

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO GENÉTICA DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS
PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE

Márcio Cinachi Pereira

Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo - Brasil

2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS
PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE**

Márcio Cinachi Pereira

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucia Galvão de Albuquerque
Co-Orientadores: Prof^o Dr. Henrique Nunes de Oliveira
Dr. Josineudson Augusto II Vasconcelos Silva

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Dezembro - 2008
Jaboticabal – SP

P436a Pereira, Marcio Cinachi
Avaliação genética da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore / Marcio Cinachi Pereira. -- Jaboticabal, 2008
xi, 73 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientadora: Lucia Galvão de Albuquerque

Banca examinadora: Humberto Tonhati, Alexandre Amstalden
Moraes Sampaio, Ricardo da Fonseca, Maria Eugênia Zerlotti
Mercadante

Bibliografia

1. Gado de corte. 2. Característica reprodutiva. 3. Herdabilidade.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO GENÉTICA DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍ
PARAS DA RAÇA NELORE

AUTOR: MARCIO CINACHI PEREIRA

ORIENTADORA: Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

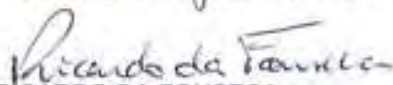
Co-Orientador(a): Dr. HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA

Co-Orientador(a): Dr. JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela
Comissão Examinadora:


Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

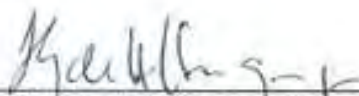

Dra. MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE


Dr. RICARDO DA FONSECA


Dr. HUMBERTO TONHATI


Dr. ALEXANDRE AMSTALDEN MORAES SAMPAIO

Data da realização: 17 de dezembro de 2008.


Presidente da Comissão Examinadora
Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MÁRCIO CINACHI PEREIRA – Solteiro, nascido na cidade de Pindamonhangaba - SP, em 17 de maio de 1978. É Zootecnista formado pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu – SP, em 2002. Em 2005 obteve o título de Mestre pelo curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP, sob orientação da Prof^a Dr^a Lucia Galvão de Albuquerque. Nesse mesmo ano, iniciou Doutorado no curso de Pós-graduação em Zootecnia, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP, quando lhe foi concedida bolsa pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob orientação da Prof^a Dr^a Lucia Galvão de Albuquerque.

Já perdoei erros quase imperdoáveis,
tentei substituir pessoas insubstituíveis
e esquecer pessoas inesquecíveis.

Já fiz coisas por impulso,
já me decepcionei com pessoas quando nunca pensei me decepcionar, mas
também decepcionei alguém.

Já abracei pra proteger,
já dei risada quando não podia,
fiz amigos eternos,
amei e fui amado,
mas também já fui rejeitado,
fui amado e não amei.

Já gritei e pulei de tanta felicidade,
já vivi de amor e fiz juras eternas,
"quebrei a cara muitas vezes" !

Já chorei ouvindo música e vendo fotos,
já liguei só para escutar uma voz,
me apaixonei por um sorriso,
já pensei que fosse morrer de tanta saudade
e tive medo de perder alguém especial (e acabei perdendo).

Mas vivi, e ainda vivo!
Não passo pela vida...
E você também não deveria passar!

Viva!
Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão,
perder com classe
e vencer com ousadia,
porque o mundo pertence a quem se atreve
e a vida é "muito" pra ser insignificante.

Charles Chaplin

Aos meus queridos pais

Osmarina e Moacir

Meus irmãos

Patrícia e Marcelo

Aos meus avós,

Maria Aparecida e José Benedito (in memoriam)

Pelos ensinamentos, incentivo e confiança depositada em mim... e por tornar este conquista real.

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não representa mera e simplesmente o término de um trabalho acadêmico, mas todo um processo de crescimento profissional e pessoal.

Agradeço a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal e mais especificamente ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade em compor o corpo discente desta instituição. Agradeço o suporte financeiro da FAPESP que tornou possível a minha dedicação exclusiva às atividades de pós-graduação.

À Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque por ter me aceito como orientado, pelos ensinamentos transmitidos, pela amizade e confiança durante estes anos de convivência.

Agradeço à Agropecuária Jacarezinho Ltda. pelo fornecimento dos dados e por tê-los confiado a minha pessoa. Em especial a todos os funcionários da fazenda que colaboraram direta e indiretamente para o perfeito andamento deste trabalho.

Aos membros da banca, Dr. Ricardo da Fonseca, Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante, Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio e Dr. Humberto Tonhati, pela valorosa contribuição no trabalho.

Aos Dr. Henrique Nunes de Oliveira e Dr. Josineudson Augusto II Vasconcelos Silva pela co-orientação, amizade, confiança e a imensa colaboração, sem a qual, tornaria o trabalho impossível.

Agradeço a Elisângela Chicaroni de Mattos integrante da equipe técnica de informática do Grupo de Melhoramento Animal da FZEA, Pirassununga pela colaboração nas análises realizadas.

Agradeço a oportunidade da convivência carinhosa e apoio de grandes amigos, Laila, Rodrigo, João Jorge, William, Selma, Ana Carolina, Adriana, Robertito, Luís, Annaiza, Arione, Denise, Monyka, Luciana, Fernanda, Fábio,

Marcos, Daniel, Marcio Ribeiro, Raphael (Consolo), Maria Eliane (Durva), Severino, Ana Paula, Juliana e Victor.

Aos amigos do departamento, em especial Maira, Betão, Eduardo, Vanessa, Chris, Eveline, Geléia, André Murote, Davi, Raul, Joana e Gregório pelo convívio, conversas no corredor, e claro, pelas festinhas.

Agradeço aos meninos da minha república Fernando, Leonardo, Guilherme, Thiago (Tigrão), Felipe, Marcos, André (Catatau) pela paciência, convívio e muitos momentos compartilhados, tornando a vida aqui nesta cidade bem mais agradável. Além da Dona Teresa As quase moradoras.

Agradeço às minhas queridas amigas Adriane, Marina, Maria Fernanda e Cintia pelas inúmeras conversas, desabafos e pela agradável companhia.

À Deus pela infinita bondade e por todas as graças que me tem concedido.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Objetivo Geral	3
Revisão de Literatura	3
Referências Bibliográficas	12
CAPÍTULO 2 - ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE POR INFERÊNCIA BAYESIANA	21
Resumo	21
Palavras-Chave	21
Introdução	22
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	27
Conclusões	33
Referências Bibliográficas	34
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE NOVILHAS UTILIZANDO ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA	41
Resumo	41
Palavras-Chave	41
Introdução	42
Material e Métodos	43
Resultados e Discussão	48
Conclusões	57
Referências Bibliográficas	57

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO MÉTODO R NO ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE	60
Resumo	60
Palavras-Chave	60
Introdução	61
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	65
Conclusões	68
Referências Bibliográficas	69
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

AVALIAÇÃO GENÉTICA DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE

RESUMO - A otimização da eficiência econômica dos rebanhos bovinos está diretamente relacionada à vida reprodutiva das matrizes. Assim, espera-se que o incremento na taxa de reconcepção de fêmeas primíparas leve a um aumento produtividade da pecuária de corte. O trabalho teve o objetivo de avaliar a reconcepção de fêmeas primíparas de um rebanho comercial da raça Nelore, utilizando inferência Bayesiana, modelo de sobrevivência e Método \Re , com intuito de verificar a possibilidade de utilizar a característica como critério de seleção. Os registros analisados são provenientes de fêmeas da raça Nelore, nascidas entre 1984 e 2002, e pertencentes ao arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda., empresa que se dedica à bovinocultura de corte, localizada no noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. As estimativas de herdabilidade foram iguais a 0,15; 0,18; e 0,07 utilizando inferência Bayesiana, modelo de sobrevivência e Método \Re , respectivamente. De modo geral, os resultados indicaram dificuldade em se obter progresso genético para esta característica por meio de seleção. Entretanto, mesmo pequenos aumentos nos índices de reconcepção de novilhas podem contribuir para a eficiência econômica da atividade, dado os baixos índices descritos atualmente no cenário nacional. Modificações no ambiente em que as novilhas foram criadas podem elevar ou diminuir consideravelmente a taxa de reconcepção do rebanho. As estimativas de correlação genética entre a reconcepção de fêmeas primíparas e o peso ao sobreano e o perímetro escrotal foram -0,66 e -0,07, respectivamente. Assim, a seleção para peso ao sobreano poderá levar a uma diminuição na taxa de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. A utilização do perímetro escrotal como critério de seleção em programas de melhoramento animal não causou mudanças genéticas na reconcepção de fêmeas primíparas.

Palavras-chaves: gado de corte, característica reprodutiva, herdabilidade

GENETIC EVALUATION OF REBREEDING SUBSEQUENT OF HEIFERS OF THE NELORE CATTLE

ABSTRACT - The optimization of the economic efficiency of cattle herds is directly related to the reproductive life of dam. Thus, the increase in the heifer subsequent rebreeding rate will lead to greater productivity of the livestock production. The objective of this study was to evaluate the heifer subsequent rebreeding in a commercial herd of the Nelore cattle, using Bayesian inference, survival model and the Method \mathfrak{R} , in order to verify the possibility of using this trait as selection criterion. The records analyzed are from Nelore cattle females, born between 1984 and 2002, belonging to Agropecuária Jacarezinho Ltda., a company which works with beef cattle and is located in the northwest of the State of São Paulo, Brazil. The estimates of heritability were 0.15, 0.18 and 0.07 when using Bayesian inference, the survival model and the Method \mathfrak{R} , respectively. In general, these results indicate that it is difficult to obtain genetic progress by selection for this trait. However, small increases in the heifer subsequent rebreeding can contribute to the economic efficiency of the activity, given the low subsequent rebreeding rates in the national scene. Changes in the environment where the heifers were bred can considerably increase or decrease the subsequent rebreeding rates the herd. The genetic correlation between the heifer subsequent rebreeding and the yearling weight was -0.66. Thus, selection for yearling weight may reduce the rates of rebreeding subsequent of heifers in Nelore cattle. The genetic correlation between the heifers subsequent rebreeding and the scrotal circumference was -0.07. The use of the scrotal circumference as criterion of selection in programs of animal improvement will not cause any genetic changes in the rebreeding subsequent of heifers.

Key-Words: beef cattle, reproductive trait, heritability

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

No Brasil, os conceitos gerenciais das propriedades rurais modificaram-se substancialmente como conseqüência da maior estabilidade econômica, destacando um melhor controle dos custos de produção e a viabilidade econômica do empreendimento. Dentre todos os conhecimentos aplicáveis para elevar a eficiência produtiva dos rebanhos, o melhoramento genético tem se destacado e vem assumindo importância cada vez maior, visto os diversos programas de melhoramento implementados.

Em bovinos de corte, assim como, acontece em todas as espécies em que a taxa reprodutiva é baixa, as matrizes representam a categoria animal que consome a maior parte dos recursos alimentares disponíveis para o rebanho. A manutenção das matrizes é um dos principais componentes dos custos de produção da pecuária de corte, sendo tanto mais elevado quanto menores forem as taxas reprodutivas do rebanho. Além disto, a eficiência reprodutiva determina a quantidade de animais produzidos para o mercado e pode ser considerada como o fator isolado mais importante na determinação da lucratividade da atividade pecuária. Segundo Melton (1995), Barwick et al. (1999) e Formigoni (2002), o valor econômico relativo à reprodução tem, em sistemas de cria, cerca de quatro vezes mais importância que características de produto final.

Em todos os programas de melhoramento de bovinos de corte estão inclusas características de crescimento. Entretanto, apesar do desempenho reprodutivo ser considerado de grande importância para a pecuária de corte (Trenkle e Wilham, 1977; Meacham e Notter, 1987; Fonseca 1991; Bergmann, 1993), este não tem recebido ênfase nos programas de melhoramento genético. De acordo com Meacham e Notter (1987) e Fonseca (1991), a eficiência reprodutiva pode ser considerada como uma das mais importantes características econômicas e devem merecer atenção dos criadores de gado de corte. Rebanhos detentores de elevada precocidade sexual e fertilidade possuem maior disponibilidade de animais, tanto para venda como para seleção, permitindo maior

intensidade seletiva e, conseqüentemente, progressos genéticos mais elevados e maior lucratividade.

São poucas as características reprodutivas utilizadas nos programas de melhoramento no Brasil, dentre elas, o perímetro escrotal, idade ao primeiro parto, habilidade de permanência e prenhez de novilhas (Cyrillo et al., 2001; Garnero et al., 2001, Mercadante et al., 2000; Pereira et al., 2000, Silva et al., 2003, Doyle et al. 2000 e Eler et al., 2002). As estimativas de herdabilidade das características reprodutivas indicam que as diferenças ambientais são as principais causas de variação e isso pode ser o motivo para que as características reprodutivas de fêmeas não tenham sido incluídas nos programas de melhoramento genético, além da falta de registros confiáveis. Apenas recentemente tem ocorrido algum movimento no sentido de incluir a predição do mérito genético de características reprodutivas em avaliações genéticas e poucas são as características desta categoria para as quais os sumários de avaliação genética publicam DEPs (Diferença Esperada na Progenie), dentre eles, os realizados pela Embrapa/ABCZ, IZ-Sertãozinho, Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), Lagoa da Serra, Conexão Delta G, Agropecuária CFM.

Doyle et al., (2000), mencionaram a importância de selecionar novilhas com maior potencial genético para fertilidade, ou seja, iniciando sua vida reprodutiva mais precocemente e tornando a conceber nos anos subseqüentes. O retorno do valor investido é mais rápido em novilhas que após o primeiro parto concebem novamente em uma próxima estação de monta.

Um fator de relevância, que interfere nas taxas de reconcepção de fêmeas de modo geral, é o período compreendido entre o primeiro parto e o primeiro cio pós-parto (Nunes-Dominquez et al., 1991). Segundo Lobato & Magalhães (2001), para a evolução dos sistemas pecuários de corte é necessário a redução da idade de primeiro serviço das novilhas e de altas taxas de repetição de prenhez.

É notório que a concepção subseqüente em fêmeas destinadas à reprodução ainda é um dos pontos críticos a ser explorado na pecuária de corte

nacional, uma vez que quedas bruscas nas taxas de fertilidade são observadas, principalmente, em novilhas expostas precocemente em reprodução. A característica reprodutiva reconcepção é ainda alvo de pouco estudo.

Em vários trabalhos que analisaram dados categóricos encontraram estimativas de herdabilidades baixas quando utilizados modelos lineares (Hudson e Van Vleck, 1981; Van Dormaal et al., 1985; Short e Lawlor, 1992). Entretanto, para essas mesmas características, foram estimados valores superiores quando utilizados modelos não lineares (DeLorenzo e Everett, 1986). Estes resultados sugerem que os métodos não lineares podem ter maior habilidade para detectar variação genética que os modelos lineares para este tipo de característica (Ducrocq et al., 1998).

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo avaliar a característica de concepção subsequente em primíparas em um rebanho comercial da raça Nelore, utilizando inferência Bayesiana, modelo de sobrevivência e Método \mathfrak{R} , com intuito de verificar a possibilidade de utilizar a característica como critério de seleção.

REVISÃO DE LITERATURA

Modelo de Sobrevivência

A análise de sobrevivência é utilizada para estudar a ocorrência de eventos ao longo do tempo, permitindo o tratamento adequado de dados censurados, ou seja, informações de características que não podem ser observadas até seu término. Isto acontece, por exemplo, na bovinocultura de corte quando se utiliza estação de monta fixa e os dados são truncados no fim de cada estação. Além

disto, esse tipo de análise leva em consideração características não lineares dos dados (Guo, 1999 e Smith e Allaire, 1986). Sorensen et al. (1998) destacaram a existência de distorções das inferências quando não se considera dado censurado. Carriquiry et al. (1987) ao estudar o início da puberdade em fêmeas de ratos, relataram subestimação da variabilidade entre e dentro de ninhadas, quando ignoraram a informação censurada. Já Guo (1999), em suínos, observou superestimação das herdabilidades quando os dados censurados foram excluídos. Além disso, Vukasinovic et al. (1996) reportaram que a acurácia da estimação tem uma grande dependência dos dados censurados.

Segundo Azzam et al.(1986), a existência de estação de monta, torna os dados coletados truncados, e a utilização de modelos lineares tratam de forma incorreta este tipo de dados. Modelos de sobrevivência permitem incluir na análise dados de animais que entraram na estação de monta e que não tiveram o registro de parto anotado. Isso reduz o problema de dados oriundos de animais que não conceberam na primeira estação de monta e que tiveram oportunidade de conceber na próxima estação, portanto, dados viesados pelo período de tempo entre o final da primeira estação de monta e o início da segunda (Pereira et al., 2006).

Seja T uma variável aleatória denotando o tempo de falha não-negativo (por exemplo, tempo para a morte) de um indivíduo. A probabilidade de que este animal sobreviva até o tempo t é (Guo, 1999):

$$S(t) = P(T \geq t | \theta) = 1 - P(T < t | \theta) = 1 - F(t | \theta)$$

em que $F(t | \theta)$ é chamada de distribuição do tempo de falha acumulada e θ representa os parâmetros do processo. A função densidade de probabilidade do tempo de falha é então:

$$f(t | \theta) = \frac{dF(t | \theta)}{dt} = \frac{-dS(t | \theta)}{dt}$$

A função de risco é a probabilidade instantânea de que um indivíduo que sobreviveu até o tempo t irá morrer (ou falhar) imediatamente após este, e pode ser escrita (Guo, 1999):

$$\lambda(t | \theta) = \frac{f(t | \theta)}{S(t | \theta)} = -\frac{d \log S(t | \theta)}{dt}$$

Portanto,

$$f(t | \theta) = \lambda(t | \theta)S(t | \theta)$$

Para dados não censurados, a função de verossimilhança segue diretamente de $f(t | \theta)$, isto é, se os tempos de falha de diferentes animais são independentes, a função de verossimilhança é o produto dos $f(t_i | \theta)$, em que $i = 1, 2, \dots, m$ denota o animal, visto como uma função de parâmetros apropriados. Para um animal com registro censurado, o tempo exato de falha é desconhecido, mas é conhecido que ele sobreviveu até o tempo t . Então a contribuição do registro para a verossimilhança é $S(t | \theta)$. Portanto, a função de verossimilhança pode ser expressa como (Guo, 1999):

$$\begin{aligned} l(t_1, t_2, \dots, t_n | \theta) &= \prod_{i=1}^m f(t_i | \theta) \prod_{j=m+1}^n \left[1 - \int_0^t f(t_j | \theta) dt \right] \\ &= \prod_{i=1}^m \lambda(t_i | \theta) S(t_i | \theta) \prod_{j=m+1}^n S(t_j | \theta) \\ &= \prod_{i=1}^m \lambda(t_i | \theta) \prod_{j=1}^n S(t_j | \theta) \end{aligned}$$

em que m é o número de registros não censurados de um total de n observações.

Modelos de sobrevivência paramétricos (Kalbfleisch e Prentice, 1980) permitem incluir algumas variáveis explanatórias. Deste modo, podem ser

incluídos vetores de efeitos de covariáveis e de efeitos aleatórios (genéticos). Então, a função de risco pode ser escrita como (Ducrocq e Casella, 1996):

$$\lambda(t_i | z_i, x_i) = \lambda_0 z_i \exp(x_i' b)$$

em que λ_0 é a função de risco básica, b é o vetor de efeitos de covariáveis, x_i é o vetor de incidência associado (em que $i = 1, 2, \dots, n$ denota cada um dos n indivíduos) e z_i é o efeito aleatório do indivíduo i .

A função de risco básica (λ_0) pode ser deixada não especificada (modelo semi-paramétrico de Cox) ou seguir uma distribuição específica (modelo paramétrico; ex: modelo de Weibull).

Ducrocq e Casella (1996) propuseram uma análise Bayesiana dos modelos de sobrevivência com efeitos mistos baseados na idéia de riscos proporcionais. O risco de um animal incluía uma função de risco básica e um termo multiplicativo representando os efeitos das covariáveis. Uma distribuição foi designada para os efeitos genéticos, o que levou a um modelo de sobrevivência de efeitos mistos, também chamado modelo de fragilidade (frailty model). A análise Bayesiana visou estimar os parâmetros da distribuição dos termos do modelo com inferências extraídas de suas distribuições marginais posteriores, que foram aproximadas da densidade posterior conjunta usando integração Laplaciana.

Os componentes de variância estimados por modelo de sobrevivência são difíceis de se interpretar (Ducrocq, 1994). Definir “herdabilidade” é difícil em um modelo misto não-linear porque, tipicamente, não há decomposição linear de variâncias fenotípicas. Entretanto, o coeficiente de herdabilidade pode ser aproximado tomando uma transformação logarítmica (Guo, 1999).

Modelos mistos comumente utilizados no melhoramento genético têm sido usados como referência em modelos de fragilidade em análises de sobrevivência e, recentemente, Ducrocq (1998), Kachman (1999) e Vukasinovic (1999) reviram sua utilização no melhoramento genético. Modelos de fragilidade têm sido aplicados em características como longevidade em bovinos leiteiros (Durr et al., 1999; Vukasinovic et al., 1999), em suínos (Yazdi et al., 2000), em incidência de

mastite em bovinos leiteiros (Grohn et al., 1998) e sobrevivência em aves (Ducrocq et al., 2000). Estes estudos têm ressaltado vantagens das análises de sobrevivência sobre outros métodos.

O modelo de Weibull é um modelo paramétrico de riscos proporcionais e este requer uma menor exigência computacional quando comparados a modelos semi paramétricos, na estimação de parâmetros genéticos, efeitos fixos e aleatórios (Yazdi et al., 2002). Em virtude do grande volume de dados existentes em análises como a longevidade em bovinos de leite, o modelo de fragilidade de Weibull é normalmente empregado (Ducrocq et al., 1988; Ducrocq e Casella, 1996; Vukasinovic et al., 1996; Vollema e Groen, 1998).

Na utilização de análises de sobrevivência, o programa Survival Kit (Ducrocq e Solkner, 1994, 1998) em linguagem Fortran é o de mais simples implementação. No Brasil, Pereira (2006), estudou idade à primeira concepção de fêmeas da raça Nelore, expostas a touros pela primeira vez com idades entre 11 e 16 meses, utilizando um modelo de sobrevivência e os resultados indicaram a possibilidade de selecionar para o aumento da precocidade, utilizando-se a análise de sobrevivência da idade à primeira concepção. Pereira et al. (2006) também relataram que a aplicação da análise de sobrevivência no estudo de características reprodutivas em bovinos de corte é uma nova área que pode trazer bons resultados no melhoramento destas características e que a utilização desta metodologia no estudo de características censuradas é de implementação relativamente fácil.

Inferência Bayesiana

A inferência Bayesiana tem sido recentemente utilizada como uma opção para resolver problemas relativos à estimação de componentes de variâncias de características que se expressam como dados categóricos, uma vez que, modelos lineares podem causar problema devido esses dados não possuírem uma distribuição normal (Gianola e Foulley, 1983).

O Teorema de Bayes (Gianola & Fernando, 1986), o qual estabelece que dado um vetor não observável \mathbf{q} e um vetor de dados observáveis \mathbf{y} , com distribuições de densidade de probabilidade conjunta $p(\mathbf{Y}, \mathbf{q})$. Da teoria básica de probabilidades, tem-se:

$$p(\mathbf{Y} | \mathbf{q}) \cdot p(\mathbf{q}) = p(\mathbf{Y}, \mathbf{q}) = p(\mathbf{q} | \mathbf{Y}) \cdot p(\mathbf{Y})$$

em que $p(\mathbf{q})$ e $p(\mathbf{Y})$ são as densidades de probabilidade marginais de \mathbf{q} e \mathbf{Y} , respectivamente.

Com base no argumento que $p(\mathbf{Y})$ não é uma função de \mathbf{q} , o Teorema de Bayes é geralmente apresentado na forma:

$$p(\mathbf{q} | \mathbf{Y}) \propto p(\mathbf{q}) p(\mathbf{Y} | \mathbf{q})$$

em que $p(\mathbf{q})$ é a densidade de probabilidade a priori de \mathbf{q} , a qual reflete o grau de conhecimento acumulado sobre os possíveis valores de \mathbf{q} , antes da obtenção de informações contidas em \mathbf{Y} ; $p(\mathbf{Y} | \mathbf{q})$ é a função de verossimilhança de \mathbf{Y} , que representa a contribuição de \mathbf{Y} ao conhecimento de \mathbf{q} ; e $p(\mathbf{q} | \mathbf{Y})$ é a densidade de probabilidade posterior de \mathbf{q} , a qual inclui o grau de conhecimento prévio sobre \mathbf{q} “atualizado por informações adicionais” contidas em \mathbf{Y} ; \propto é o operador proporcional a.

Mais recentemente, a introdução de métodos de Monte Carlo baseados em cadeias (seqüências) de Markov, denominados MCMC (Markov Chain Monte Carlo), tem contribuído substancialmente no sentido de viabilizar a implementação do paradigma bayesiano (Sorensen, 1996). Os métodos MCMC constituem uma família de processos iterativos para aproximar a geração de amostras de distribuições multivariadas (em processos Monte Carlo, em propriedades das cadeias de Markov). A amostragem de Gibbs é um desses métodos.

A amostragem de Gibbs é um procedimento de integração numérica, usada na estimação das distribuições conjunta e marginal de todos os parâmetros do modelo, por meio da reamostragem de todas as distribuições condicionais da cadeia de Markov (Blasco, 2001). É uma técnica para a obtenção indireta de

variáveis aleatórias de uma distribuição (marginal), sem a necessidade de cálculo de sua densidade de probabilidade.

De acordo com Van Tassel et al. (1995), o uso da amostragem de Gibbs apresenta várias vantagens com relação aos métodos usuais: (i) não requer soluções para as equações de modelo misto; (ii) permite a análise de conjunto de dados maiores do que quando se usa REML com técnicas de matrizes esparsas; (iii) propicia estimativas diretas e acuradas dos componentes de variância, valores genéticos e intervalos de confiança para essas estimativas e, (iv) pode ser usado sem problemas em microcomputadores e estações de trabalho.

No Brasil, abordando a concepção subsequente em novilhas, Silva et al. (2002), utilizando inferência Bayesiana, encontraram valor de média e mediana de herdabilidade iguais a 0,25. Essa estimativa de herdabilidade permitiu aos autores concluir que esta característica pode ser utilizada em programas de melhoramento genético contribuindo para o aumento da fertilidade em vacas. Entretanto, Silva et al. (2008) obtiveram para essa mesma característica estimativa de herdabilidade inferior (0,16), ambos estudos analisaram animais da raça Nelore.

Buddenberg et al. (1989), obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,0 e 0,18 para a característica reconcepção (0 e 1, característica binária) para animais da raça Hereford e Angus, respectivamente. Porém, quando corrigidas para a escala subjacente por transformação de "probit", a estimativa foi de 0,32 para a raça Angus. Snelling et al. (1996) utilizando um modelo de limiar encontraram valor de estimativa de herdabilidade próximo ao encontrado no estudo anteriormente citado.

Método \mathfrak{R}

O método \mathfrak{R} , desenvolvido por Reverter et al. (1994b) é um procedimento de estimação baseada na regressão linear da mais acurada na menos acurada predição genética. A predição genética mais acurada é obtida utilizando todo o

conjunto de dados e a menos acurada obtida de uma amostra aleatória de 50% dos dados. O valor esperado para o coeficiente de regressão é igual a um (1). Um coeficiente de regressão maior ou menor que um (1) indica presença de viés (Reverter et al., 1994a). Quando a regressão (R) for maior que um, a herdabilidade é considerada superestimada e quando for menor que um, a herdabilidade se apresenta subestimada. O coeficiente de regressão do método \Re pode ser iteragido até $R = 1$, dentro de um pré-determinado critério de convergência. A estatística de regressão (R) usada é a seguinte:

$$R = \frac{\hat{\mu}'_w A^{-1} \hat{\mu}_p}{\hat{\mu}'_p A^{-1} \hat{\mu}_p}$$

que, $\hat{\mu}_w$ = predições mais acuradas para o conjunto de dados completo; $\hat{\mu}_p$ = predições menos acuradas para uma sub-amostra aleatória de 50 % dos dados; A^{-1} = inversa da matriz de parentesco; R = coeficiente de regressão. O método \Re tem como principal vantagem a utilização de um algoritmo que requer apenas os valores genéticos preditos, os quais podem ser obtidos por método iterativo, não exigindo a decomposição de Cholesky do sistema de equações (DF-REML), sua inversa (EM-REML) ou derivadas (Newton-Raphson-REML). Isto implica em maior velocidade no processamento e menor demanda de memória nos computadores. Esta praticidade tem feito do método \Re o escolhido para estimação de componentes de variância de dominância em modelos complexos e grandes (Misztal, 1997; Misztal et al., 1997; Culbertson et al., 1998).

Segundo Reverter et al. (1994b), o método \Re tem propriedades desejáveis de convergência, precisão e praticidade computacional. Misztal (1997) ressaltou que, entre outras propriedades desejáveis, o método \Re é robusto ao viés causado pelos acasalamentos não-aleatórios, por considerar a matriz de parentesco, e que é tão robusto quanto o REML à seleção causada pelas substituições não aleatórias e pelo controle seletivo de dados.

Snelling et al. (1995) modificaram o método \mathfrak{R} para estimar os componentes de variância por modelos de "probit", de limiar máximo "a posteriori" (MAP) e a herdabilidade para a característica habilidade de permanência de vacas no rebanho, em análise univariada. Kaiser (1996) modificou o software "ds6" presente no pacote ABTK 2.0 (GOLDEN et al., 1992), usado para análises de características contínuas univariadas pelo método \mathfrak{R} , para uma nova versão "dscat", que estima componentes de (co)variância para uma ou mais características contínuas e uma característica categórica. A modificação incluiu: correção das equações de score de Fisher para a covariância do erro, reconhecimento de dados contínuos e categóricos e execução de análises com modelo MAP e o método \mathfrak{R} (MAP-R).

Várias análises de habilidade de permanência no rebanho utilizando modelos lineares resultaram em estimativas de herdabilidade menores que 0,10 (Hudson & Van Vleck, 1981; Van Dormaal et al., 1985; Short & Lawlor, 1992). Utilizando abordagens não-lineares descritas por Gianola & Foulley (1983) e Harville & Mee (1984), DeLorenzo & Everett (1986) obtiveram herdabilidade para habilidade de permanência aos 41 e 54 meses de 0,12 e 0,15, não corrigindo, e 0,28 e 0,26, corrigindo para escala subjacente, pelo método de Van Vleck (1972). Estes resultados sugerem que os métodos não-lineares podem ter maior habilidade para detectar variação genética que os métodos lineares (Ducrocq et al., 1988). Snelling et al. (1995), Doyle et al. (2000) e Silva et al. (2002), que utilizaram o método \mathfrak{R} , relataram que modelos não lineares são mais adequados para análise de dados categóricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZAM, S.M.; PENNEL, P.L.; KINDER, J.E.; ZIMMERMAN, D.R.; NIELSEN, M.K. Estimation of expected time to puberty in terminated experiments using survival analysis. **Journal of Animal Science**, v.63 (Supl. 1), p. 129. 1986.

BARWICK, S. A., H. U. GRASER E J. A. ARCHER. Recording new beef performance measures – effects on the accuracy of selection for profitability. **Proceedings...** Association Advancement Animal Breeding Genetics, v.13, p. 203-206, 1999.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In : Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 10, 1993, Belo Horizonte, Suplemento. Belo Horizonte: CBRA, 1993. p.70-86.

BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2023-2046, 2001.

BUDDENBERG, B.J.; BROWN, C.J.; JOHNSON, Z.B.; DUNN, J.E. E PETERSON, H.P. Heritability of pregnancy rate in beef cows under mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

CARRIQUIRY, A.; GIANOLA, D.; FERNANDO, R. Mixed-model analysis of a censored normal distribution with reference to animal breeding. **Biometrics**, v.43, p.929-939, 1987.

CULBERTSON, M.S.; MABRY, J.W.; MISZTAL, I. et al. Estimation of dominance variance in purebred Yorkshire swine. **Journal of Animal Science**, n.76, p.448-451, 1998.

CYRILLO, J.N.S.G., RAZOOK, A.G., FIGUEIREDO, L.A., BONILHA NETO, L.M., MERCADANTE, M.E.Z., TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.56-65, 2001.

DeLORENZO, M.A.; EVERETT, R.W. Prediction of sire effects for probability of survival to fixed ages with a logistic linear model. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.501-509, 1986.

DOYLE, S.P.; GOLDEN, B.L.; GREEN, R.D. E BRINKS, J.S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal Animal Science**, v.78, p.2091- 2098, 2000.

DUCROCQ, V.; SOLKNER, J. The survival kit (v. 3.0): a Fortran package for the analysis of survival data. In: WORLD CONGRESS OF GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale, Australia, 1998. **Proceedings**. Armidale, 1998.

Ducrocq, V., and G. Casella. A Bayesian analysis of mixed survival models. **Genetic Selection Evolution**, v.28, p.505–529, 1996.

Ducrocq, V., J. Sölkner. 1998. The survival kit (v. 3.0): a Fortran package for the analysis of survival data. **Proceedings...** 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia, CD-ROOM.

DUCROCQ, V.; SOLKNER, J. The survival kit (v. 2.0): a Fortran package for the analysis of survival data. In: WORLD CONGRESS OF GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., Guelph, Canada, 1994. **Proceedings...** Guelph, 1994.

DUCROCQ, V.; QUAAS, R.L.; POLLAK, E.J. e CASELLA, G.. Length of productive life in dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.3061-3065, 1988.

DUCROCQ, V.; BESBES, B.E PROTASIS, M. Genetic improvement of laying hens using survival analysis. **Genetic Selection Evolution**, v.32, p.23-40, 2000.

DUCROCQ, V. Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.855-866, 1994.

DURR, J. W.; MONARDES, H. e CUE, R.I. Genetic analysis of herd life in Quebec Holsteins using Weibull models. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2503–2513, 1999.

ELER, J.P., SILVA II, J.A.V., FERRAZ, J.B.S., DIAS, F., OLIVEIRA, H.N., EVANS, J.L., GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.951-954, 2002.

FONSECA, V.O. Redução do período de serviço em vacas de corte. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 09, Belo Horizonte : CBRA., 1991 . v. 2, p. 121. 1991

FORMIGONI, I.B. **Estimação de valores econômicos para características componentes de índices de seleção em bovinos de corte.** Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. 2002. 179p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo. 2002.

GARNERO, A. del V., LÔBO, R.B., BEZERRA, L.A.F., OLIVEIRA, H.N. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.714-718, 2001.

GIANOLA, D., FERNANDO, R.L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal of Animal Science**, v.63, p.217-44, 1986.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetic Selection Evolution**, v.15, p.201-224, 1983.

GOLDEN, B.L.; SNELLING, W.M.; MALLINCKRODT, C.H. **Animal breeder's toolkit: User's guide and reference manual**. Colo. State Univ. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. LTB92-2. 1992.

GROHN, Y.T.; EICKER, S.W.; DUCROCQ, V. e HERTL, J.A. Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York state. **Journal of Dairy Science**, v.81, p. 966-978, 1998.

GUO, S F. **Application of survival and censored linear models to the analysis of herd life and lifetime prolificacy in landrace sows**. Wisconsin, 1999. 114 p. Thesis (Master of Science) - University of Wisconsin-Madison.

HARVILLE, D.A.; MEE, R.W. A mixed model procedure for analyzing ordered categorical data. **Biometrics**, v.40, p.393-408, 1984.

HUDSON, G.F.S.; Van VLECK, L.D. Relations between production and stayability in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.2246-2250, 1981.

Kachman, S.D. Applications in survival analysis, **Journal of Animal Science**, v.77,p. 147-153, 1999.

KAISER, C.J. **Incorporating birth weight information into a calving ease threshold model analysis**. Fort Collins: Colorado State University, 1996. Ph.D. (Dissertation) - Colorado State University, 1996.

Kalbfleisch, J.D. e Prentice, R. L. **The Statistical Analysis of Failure Data**. New York:Wiley, 1980

LOBATO, J.F.P.; MAGALHÃES, F.R. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas aos 24 e aos 36 meses de idade, **Arquivos da Faculdade de Veterinária**, v.29, n.2, p.139-146, 2001.

MEACHAM, N.S., NOTTER, D.R. Heritability estimates for calving date in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v.64, p. 701-705, 1987.

MELTON, B. E. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. **In: Beef Improvement Federation 27th Research Symposium and Annual Meeting**, Sheridan, WY. 1995.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J.; FERNANDO, R.L. Dominance models with method R for stature of Holstein. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 975-978, 1997.

MISZTAL, I. Estimation of variance components with large-scale dominance models. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 965-974, 1997.

NÚÑEZ-DOMINGUEZ R., CUNDIFF G.E., L.V., DICKERSON GREGORY K.E., KOCHR.M. Lifetime production of beef heifers calving first at two vs three years of age. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3467-3479, 1991.

PEREIRA, E., ELER, J.P., FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, E., OLIVEIRA, H.N., ELER, J.P., SILVA, J.A.V.; VAN MELIS, M.H. Use of survival analysis as a tool for the genetic improvement of age at first conception in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, p.64-71. 2006.

REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. et al. Method of variance components procedure: application on the simple breeding value model. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2247-53, 1994b.

REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. et al. Technical note: detection of bias in genetic predictions. **Journal of Animal Science**, v.72, p.34-37, 1994a.

SHORT, T.H.; LAWLOR, T.J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1987-1998, 1992.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, M.C.S.; CORREA, L.A.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2223-2230, 2000 (supl. 2).

SILVA, J.A.V.; BIGNARDI, A.B.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; MERCADANTE, M.E.Z. Análises alternativas no estudo da reconcepção de novilhas Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, p.137-141, 2008.

SILVA, J.A.V.; VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P. E FERRAZ, J.B.S. Estimação de Parâmetros Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1141-1146, 2003.

SMITH, S.P.; ALLAIRE, F.R. Analysis of failure time measured on dairy cows: Theoretical considerations in animal breeding. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1156-1165, 1986.

SNELLING, W.M.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. Within herd genetic analyses of stayability of beef females. **Journal of Animal Science**, v.73, p.993-1001, 1995.

SNELLING, W. M.; MACNEIL, M.D. E GOLDEN, B.L.. Application of continuous and binary trait methods to reproductive measures of Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, p.115, 1996.

SORENSEN, D.A.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, LR, Bayesian mixed-effects model analysis of a censored normal distribution with animal breeding applications. *Acta Agric. Scand., Sect. A*, **Animal Science**, v. 48, p. 222-229, 1998.

SORENSEN, D. **Gibbs Sampling in Quantitative Genetics**, Internal Report No. 82, National Institute of Animal Science, Tjele, Denmark, 1996

TRENKLE, A., WILHAM, R.L. Beef production efficiency. **Science**, v.198, p.1009, 1977.

VAN DOORMAAL, B.J.; SCHAEFFER, L.R.; KENNEDY, B.W. Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.1763-1769, 1985.

Van TASSELL, C.P.; CASELLA, G.; POLLAK, E.J. Effects of selection on estimates of variance components using Gibbs sampling and restricted maximum likelihood. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.3, p.678-692, 1995.

Van VLECK, L.D. Estimation of heritability of threshold characters. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.218-225, 1972.

VOLLEMA, A.R. e GROEN, A.F. A comparison of breeding value predictors for longevity using a linear model and survival analysis, **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3315–3320, 1998.

Vukasinovic, N. Application of survival analysis in breeding for longevity. Page 3 in **Proceedings...** Int.Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in cattle, Longevity, Jouy-en-Josas, France. INTERBULL Bull. No. 21. Int. Bull Eval. Serv., Uppsala, Sweden, 1999.

VUKASINOVIC, N.; MOLL, J.; KUNZI, N. Genetic evaluation for length of productive life in Swiss Brown cattle. In: ANNUAL MEETING OF EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION (EAAP), 47., Lillehammer, 1996.

VUKASINOVIC, N.; MOLL, J. e KUNZI, N.. Genetic evaluation for length of productive life with censored records. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p.2178–2185, 1999.

YAZDI, M.H.; RYDHMER, L.; RINGMAR-CEDERBERG, E.; LUNDEHEIM, N. e JOHANSSON, K. Genetic study of longevity in Swedish Landrace sows. **Livestock Science**, v.63, p.255-264, 2000.

YAZDI, M.H.; VISSCHER, P.M.; DUCROCQ, V.; THOMPSON, R. Heritability, reliability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazard models. **Journal of Dairy Science**, v.85, p. 1563-1577, 2002.

CAPÍTULO 2 - ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE POR INFERÊNCIA BAYESIANA

RESUMO: Incrementos nas taxas de reconcepção das novilhas poderão elevar a eficiência econômica da pecuária de corte. A inferência Bayesiana tem sido utilizada como opção para resolver problemas relacionados à estimação de componentes de variância de dados categóricos, uma vez que o uso de modelos lineares não é apropriado, pelo fato desses dados não apresentarem distribuição normal. O objetivo do presente trabalho foi estudar diferentes definições para a característica reconcepção em fêmeas primíparas da raça Nelore aplicando modelo não linear e Inferência Bayesiana, visando a sua utilização em programas de melhoramento animal, além de verificar a associação genética entre a reconcepção com peso e perímetro escrotal ao sobreano. Foram analisados 62.626 registros de fêmeas nascidas entre os anos de 1984 e 2002, oriundos do arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda. Os valores médios das estimativas de herdabilidade variaram de 0,05 a 0,15 para as diferentes definições da característica reconcepção. As correlações genéticas médias obtidas entre a reconcepção com peso e perímetro escrotal medidos ao sobreano foram -0,66 e 0,07, respectivamente. A avaliação genética de touros para a reconcepção de novilhas deve ser realizada com base na execução de um teste de progênie utilizando um grande número de filhas por touro. A seleção para peso ao sobreano poderá levar a uma diminuição na taxa de reconcepção de fêmeas primíparas. A utilização do perímetro escrotal como critério de seleção em programas de melhoramento animal não trará mudanças genéticas na reconcepção de fêmeas primíparas.

Palavras-chave: herdabilidade, modelo não linear, gado de corte

Introdução

Em alguns trabalhos têm-se demonstrado a grande importância das características reprodutivas e como elas afetam a produtividade e rentabilidade de rebanhos de corte, principalmente em sistema de produção de cria (Melton, 1995 e Barwick et al, 1999). Dentre as principais características reprodutivas, a reconcepção de fêmeas primíparas é um dos grandes problemas da bovinocultura de corte. Alguns estudos relatam perdas de 6,6 a 15,5% de prenhez entre o primeiro e segundo parto (Fahmy, 1971; Rovira, 1974 e Gottschall et al., 2008). Mercadante et al. (2003) analisaram animais da raça Nelore e reportaram diferença entre a concepção média total do rebanho e a reconcepção de fêmeas primíparas igual a 20%. Assim, incrementos nas taxas de reconcepção das novilhas poderão elevar a eficiência econômica da pecuária de corte.

De modo geral, a utilização de características reprodutivas em programas de melhoramento genético tem como principal obstáculo a baixa variabilidade genética. As baixas estimativas de herdabilidade podem ser explicadas, em parte, pelo fato das características reprodutivas não apresentarem expressão fenotípica contínua, que em conjunto com a metodologia de análise e o modelo matemático, contribuem para a estimação de parâmetros genéticos pouco confiáveis. Uma vez que o uso de modelos lineares não é apropriado para a análise destas características, pelo fato desses dados não apresentarem distribuição normal (Gianola & Foulley, 1983), a implementação de análises de modelos de limiar, por meio de inferência Bayesiana, tem sido utilizada como opção para resolver problemas relacionados à estimação de componentes de variância de dados categóricos.

O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes definições para a característica reconcepção, em fêmeas primíparas da raça Nelore aplicando modelo não linear e Inferência Bayesiana, e verificar sua associação genética com peso e perímetro escrotal ao sobreano, visando a sua utilização em programas de melhoramento animal.

Material e Métodos

Os registros analisados foram provenientes de 62.626 fêmeas da raça Nelore, nascidas entre 1984 e 2002, e pertencentes ao arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda, localizada no noroeste do Estado de São Paulo, Brasil.

Os animais foram criados em sistema de pastagem, com lotação variando de 1,2 a 1,6 UA/ha. As forrageiras do gênero *Brachiaria sp* ocupam cerca de 60% da área da propriedade destinada às pastagens e os 40% restantes são compostos por *Panicum*.

As novilhas são expostas aos touros em dois períodos distintos de estação de monta. A primeira com duração de 60 dias, nos meses de fevereiro a abril, quando estão com aproximadamente 16 a 18 meses de idade. Esta estação antecipada teve início em 1990 e apenas as novilhas foram expostas. A segunda estação de monta inicia-se na segunda quinzena de novembro, quando as novilhas estão com 25 a 27 meses. Nesta estação todas as fêmeas em idade reprodutiva na propriedade, exceto as novilhas que emprenharam na estação antecipada, são expostas. Os sistemas de acasalamentos utilizados são inseminação artificial, reprodutor único e múltiplo, com relação touro:vaca de 1:50.

As fêmeas próximas à data provável de parição são levadas aos piquetes maternidade. Após o parto, os bezerros, separados por sexo e idade, e as respectivas mães, são transferidos para outra pastagem, e permanecem juntos até o desmame, formando-se o grupo de manejo à desmama, com média de 110 animais. Aproximadamente aos sete meses, os bezerros são desmamados e alguns reagrupados, permanecendo juntos até aproximadamente 18 meses de idade.

Os animais foram periodicamente pesados, avaliados e selecionados, sendo que as pesagens ocorreram ao nascimento, desmama (205 dias de idade) e ao sobreano (450 dias de idade). Além disso, foram realizadas as avaliações de escores corporais à desmama e ao sobreano e medida do perímetro escrotal ao

sobreano. Após as avaliações, os animais foram selecionados com base em índices empíricos compostos pelas características avaliadas em cada período.

A característica reconcepção foi definida como sucesso (1) e fracasso (0) para as novilhas que pariram ou não pariram, respectivamente, dado que elas já haviam parido anteriormente. Foram realizadas diferentes análises: as duas primeiras diferindo apenas quanto ao fato de conter (RP) ou não (RN) fêmeas sexualmente precoces, e a terceira considerando todas as fêmeas (RA). Nessa última análise atribuiu-se valor 0 para as que não reconceberam, 1 para aquelas que não foram classificadas como precoces e reconceberam e 2, para as que foram precoces e reconceberam. As características peso e perímetro escrotal foram medidas, aproximadamente, aos 18 meses de idade. O perímetro escrotal foi medido na região mediana do escroto, depois da completa descida dos testículos, por meio de uma fita métrica metálica específica.

Para a reconcepção de novilhas, inicialmente foram realizados estudos dos efeitos ambientais utilizando procedimento que leva em consideração a distribuição discreta dos dados. Isso permitiu definir para cada característica os efeitos ambientais que deviam compor o modelo genético. Os efeitos fixos foram analisados utilizando o procedimento GENMOD (SAS, 2000), assumindo-se distribuição binomial dos dados, com função de ligação probit a uma distribuição adjacente normal. A probabilidade de reconcepção=1 é dada por Φ^{-1} , em que Φ é a função de distribuição normal acumulada. O modelo incluiu os efeitos fixos de fazenda e ano de nascimento da vaca, sexo do bezerro e ano de parto da primeira cria. Assim, esses efeitos definiram o grupo contemporâneo (GC). Foram eliminados GC sem variabilidade para a reconcepção, ou seja, aqueles em que todos os animais apresentam a mesma categoria de resposta (0, 1 ou 2).

Para formação dos GC para o peso ao sobreano foram utilizadas as seguintes variáveis: rebanho, ano e mês de nascimento, sexo e grupo de manejo ao nascimento, o rebanho e o grupo de manejo à desmama e rebanho e grupo de manejo ao sobreano. Para as medidas de perímetro escrotal, foram consideradas no GC as variáveis: rebanho, ano e mês de nascimento, grupo de manejo à

desmama e ao sobreano. Foram excluídos registros de pesos ou mensurações de perímetro escrotal fora dos intervalos dados pela média do GC, mais ou menos três desvios-padrão. Grupos contemporâneos com menos de quatro observações foram eliminados do arquivo de análise.

Um resumo descritivo dos dados das características reconcepção, peso ao sobreano e perímetro escrotal está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo do conjunto de dados editado para as características avaliadas

Característica	N	Média	DP	Nº Touros	NGC
RP	2.536	0,83	0,38	193	30
RN	13.707	0,68	0,47	362	73
RA	16.249	0,71	0,63	365	84
PS (kg)	62.626	276,37	44,76	514	2.846
PE (cm)	13.300	26,91	3,01	357	536

N = número de observações; DP = desvio-padrão; NGC = número de grupos contemporâneos; RP = reconcepção de fêmeas sexualmente precoces; RN = reconcepção de fêmeas acasaladas em estação de monta normal, aos 24 meses; RA = reconcepção de fêmeas precoces e não precoces; PS = peso ao sobreano; PE = perímetro escrotal

As novilhas analisadas são filhas de 390 touros e 14.929 matrizes. Os percentuais de fêmeas que reconceberam foram de 83% e 68% para RP e RN, respectivamente. A porcentagem total de fêmeas que reconceberam independentemente da idade que foram expostas na estação de monta foi igual a 71%. A matriz de relação aditiva entre os animais possuía 80.838 animais.

Foram utilizadas análises bicaracterística para estimar componentes de (co)variâncias, empregando-se modelo animal linear, para peso e perímetro escrotal ao sobreano e não linear (limiar) para reconcepção de fêmeas primíparas.

O modelo utilizado é descrito da seguinte maneira:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{e}$$

em que:

\mathbf{y} = vetor de observações;

$\boldsymbol{\beta}$ = vetor de efeitos fixos;

\mathbf{a} = efeito genético aditivo aleatório do animal;

X e **Z** = matrizes de incidência conhecidas;

e = vetor de resíduo;

Assumiu-se que os efeitos genéticos diretos e residuais não foram correlacionados entre si. Para as características com distribuição contínua, peso e perímetro escrotal ao sobreano, assumiu-se que:

$$\mathbf{Y} \sim \mathbf{N}(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a}, \mathbf{I}\sigma_e^2);$$

$$\mathbf{a} \mid \sigma_a^2 \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}) \text{ e}$$

$$\mathbf{e} \mid \sigma_e^2 \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I}\sigma_e^2);$$

em que:

σ_a^2 = Variância genética aditiva direta;

A = Matriz dos coeficientes de parentesco entre os animais;

σ_e^2 = Variância residual;

I = Matriz identidade;

G é a matriz de (co)variâncias genéticas;

O modelo para as diferentes definições da reconcepção incluiu os efeitos animal e residual, além dos efeitos sistemáticos de GC e o efeito linear do período de descanso como covariável, que consiste no número de dias pós-parto até o início da segunda estação de monta. Para o peso ao sobreano (PS) foram considerados no modelo os efeitos de GC; da covariável linear da idade no momento da mensuração, além do efeito animal e do resíduo. Para o perímetro escrotal foram feitas duas análises, ajustando (PE_P) ou não ajustando (PE) para o peso corporal. Em ambas os modelos foram considerados os efeitos de GC, da idade como covariável, do animal e resíduo.

Para as análises uni-característica foi computada uma cadeia independente de 300.000 iterações, com período de descarte amostral de 20.000

ciclos, retirados com base em avaliação subjetiva dos valores plotados da cadeia de Gibbs. Para *a priori* dos valores da variância aditiva foi utilizada uma distribuição imprópria e a variância residual foi fixada em 1,0.

Para as análises bicaracterísticas, duas cadeias independentes de 800.000 ciclos foram computadas. Na análise do RN e PS foram descartados os 200.000 primeiros ciclos das distribuições *a posteriori* das correlações genéticas. Distribuições pouco informativas foram assumidas para todos os componentes de (co)variâncias. O critério de convergência foi de 10^{-12} .

Para a estimação dos componentes de variâncias, por Inferência Bayesiana, utilizou-se o software MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models), desenvolvido por Van Tassen & Van Vleck (1998).

O software Gibanal (Van Kaam, 1997), que faz análise da convergência da cadeia de Gibbs a partir das amostras, com base na correlação serial entre os ciclos, foi utilizado para diagnosticar a convergência das cadeias e estabelecer o intervalo amostral.

Resultados e Discussão

Para todas as definições da característica reconcepção, os efeitos ambientais analisados foram estatisticamente significativos ($P < 0,01$), justificando assim a inclusão na definição dos grupos de contemporâneos.

A análise da característica RP não apresentou convergência. A partir de um dado ponto as seqüências obtidas para o parâmetro (variância aditiva) subiram e permaneceram altas até o término da análise, com uma distribuição inconsistente, possivelmente devido ao número relativamente reduzido de informações avaliadas para esta característica. Este processo é conhecido como “blowing up” (Hoeschele & Tier, 1995) e sua ocorrência tem sido normalmente descrita na utilização de modelos de limiar quando os efeitos fixos apresentam muitos níveis (Hoeschele & Tier, 1995; Moreno et al., 1997), e/ou quando existe grande variabilidade entre os efeitos. Segundo Berger (1994), em razão destas

dificuldades, a maior parte dos estudos com aplicação de modelos não-lineares tem utilizado modelo de touro em vez de modelo animal.

Herdabilidades

O software Gibanal foi utilizado para verificar a convergência da cadeia para a característica RN, sendo indicado a necessidade de descartar mais 6.001 ciclos e utilizar intervalo amostral de 1.870 ciclos. Atendendo a esta recomendação, a correlação serial entre os ciclos foi igual a 0,1280. Para RA o número de ciclos de descarte inicial e intervalo amostral determinado, bem como valor da correlação serial foram de 1.489, 4.424 e 0,1867, respectivamente.

Na Figura 1 estão apresentadas as cadeias da distribuição *a posteriori* das estimativas de herdabilidade para as características analisadas. As estimativas de herdabilidade foram mais estáveis quando todas fêmeas foram incluídas na análise, apresentando desvio-padrão quase três vezes menor quando comparada à análise que tinha somente as fêmeas que foram expostas aos 24 meses de idade. Para ambas as características as médias de herdabilidades foram baixas.

As estimativas de média, mediana e moda, além da região de credibilidade à 95% da distribuição posterior do coeficiente de herdabilidade para os conjuntos de dados relativos a RN e RA são apresentadas na Tabela 2.

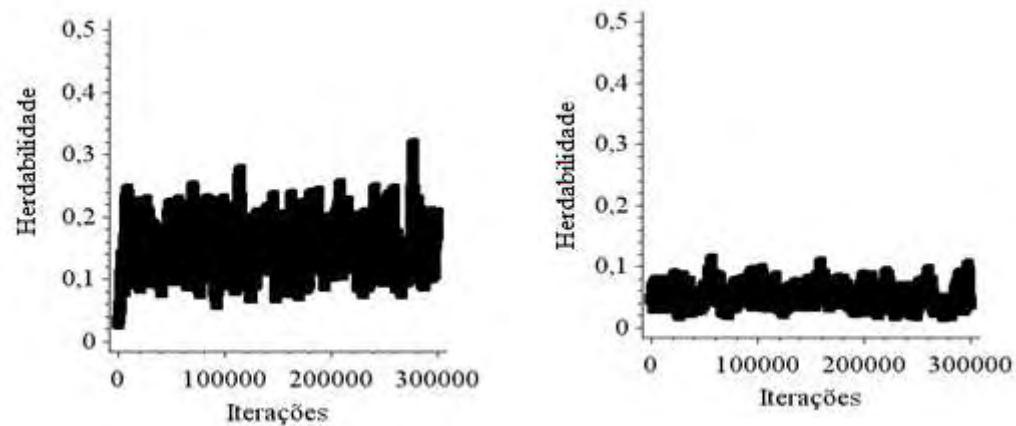


Figura 1. Cadeias da distribuição a posteriori das estimativas de herdabilidade para as características reconcepção RN (esquerda) e RA (direita) em fêmeas Nelore

As estimativas de herdabilidade indicam que existe uma pequena variação genética para ambas as características de reconcepção. Além dos efeitos de ambiente que normalmente afetam as características de modo geral, como o clima e alimentação, outro fator adicional de grande importância que influencia em especial estas características é o grande desgaste fisiológico devido à lactação concomitante ao crescimento, o que pode contribuir para maiores variâncias ambientais. Para RN os valores médios das estimativas de herdabilidade estão próximos ao encontrado por Silva et al. (2008) de 0,16, porém inferiores ao descrito por Silva et al. (2002) de 0,25, ambos analisando dados de fêmeas Nelore sexualmente precoces. Nestes estudos os grupos contemporâneos foram definidos com maior complexidade em relação ao presente trabalho. Buddenberg et al. (1989) estudando animais da raça Angus encontraram estimativas de herdabilidade para a característica de reconcepção superiores a este estudo, de 0,32 quando corrigida para a escala subjacente por transformação de “probit”. Estes autores enfatizaram a utilização de modelos não lineares como mais apropriados para dados categóricos.

Tabela 2. Estimativa de herdabilidade média, desvio-padrão, mediana, moda e intervalo de confiança a 95% para as características analisadas em animais da raça Nelore

Característica	Herdabilidade	DP	Mediana	Moda	IC 95%
RN	0,15	0,04	0,14	0,15	0,09 a 0,22
RA	0,05	0,02	0,05	0,05	0,03 a 0,08

IC 95% = intervalo de confiança a 95%; RN = reconcepção de fêmeas acasaladas em estação de monta normal, aos 24 meses; RA = reconcepção de fêmeas precoces e não precoces

A longo prazo, a utilização de valores genéticos preditos para a característica de reconcepção como critério de seleção poderia aumentar o número de vacas primíparas reconcebendo na estação de monta seguinte. Estudos sobre os valores econômicos para a característica de reconcepção são necessários a fim de se verificar a sua real importância em programas de melhoramento animal e possibilitar o desenvolvimento de índices de seleção. Pode-se esperar que pequenos ganhos nesta característica venham representar expressivo ganho para a atividade visto a importância econômica das características reprodutivas em geral.

A herdabilidade média da reconcepção obtida na análise que contém as fêmeas sexualmente precoces e as não precoces foi inferior quando comparada com a estimativa média de herdabilidade utilizando apenas os animais expostos a estação de monta tradicional. Esse efeito pode ser devido à diminuição na variabilidade desse conjunto de dados com a inclusão dos animais sexualmente precoces.

Correlações genéticas

Na Tabela 3 estão apresentadas a média, moda, mediana, desvio-padrão e região de maior densidade a 95% da distribuição posterior das correlações genéticas e residuais das características de reconcepção de fêmeas primíparas, peso ao sobreano e perímetro escrotal dos animais da raça Nelore.

A correlação genética média obtida entre RN e PS foi de magnitude moderada e negativa, indicando que, provavelmente, a utilização do peso ao sobreano como critério de seleção em programas de melhoramento genético animal acarretará, por meio de seleção indireta, diminuição nas taxas de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. A seleção apenas para peso, a médio e longo prazo, pode levar, por resposta correlacionada, a maiores pesos em idade adulta e estatura dos animais (Boligon et al., 2008b, Pereira et al., 2008) e, como as necessidades de manutenção são proporcionais ao tamanho, quanto maior o animal maiores serão suas exigências de manutenção. Assim, essa maior exigência nutricional, aliada ao grande desgaste fisiológico decorrente da lactação e crescimento, podem contribuir para as baixas taxas de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. Informações disponíveis na literatura são raras a respeito da associação entre as características de reconcepção e peso ao sobreano.

Tabela 3. Estimativas *a posteriori* das correlações genéticas entre a reconcepção de fêmeas primíparas com o peso ao sobreano e com perímetro escrotal, além da correlação residual da reconcepção com o peso ao sobreano de animais da raça Nelore.

Parâmetro	Média ± DP	Moda	Mediana	RMD_90%
r_g RN-PS	-0,66±0,09	-0,67	-0,65	-0,79 a -0,51
r_g RN-PE_P	-0,07±0,16	-0,07	-0,07	-0,34 a 0,17
r_g RN-PE	-0,27±0,20	-0,23	-0,26	-0,65 a 0,04
r_e RN-PS	0,28±0,01	0,28	0,28	0,27 a 0,29

r_g RN-PS: correlação genética entre a reconcepção de novilhas que entraram na estação de monta tradicional e peso ao sobreano; r_g RN-PE_P: correlação genética entre a reconcepção de novilhas que entraram na estação de monta tradicional e perímetro escrotal corrigido para peso; r_g RN-PE: correlação genética entre a reconcepção de novilhas que entraram na estação de monta tradicional e perímetro escrotal sem corrigir para peso; r_e RN-PS: correlação residual entre a reconcepção de novilhas que entraram na estação de monta tradicional e peso ao sobreano.

Alguns autores têm observado antagonismo genético entre pesos em várias idades e características de eficiência reprodutiva em fêmeas (Mariante e Zancaner, 1985; Barbosa, 1991). Em um rebanho experimental selecionado para peso pós-desmama não foram encontradas diferenças nas taxas de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore, entretanto, em avaliações realizadas posteriormente para este mesmo rebanho foram detectadas diferenças para esta característica (Mercadante et al., 2003; Razook e Mercadante, 2007). Outros estudos indicaram que as características de crescimento e reprodução estão pouco relacionadas, ou mesmo favoravelmente relacionadas, como evidenciado nos trabalhos de Mercadante et al. (2000), Silva et al. (2000), Gressler et al. (2005) e Pereira et al. (2005). Mercadante et al. (2000) avaliando animais da raça Nelore reportaram que a seleção de fêmeas para maiores pesos padronizados aos 240 e 365 dias não prejudicaria seu desempenho reprodutivo, no entanto, encontraram correlação genética entre peso ao desmame e eficiência reprodutiva igual a -0,16, sugerindo certa tendência antagônica entre as características. Pereira et al. (2001) ao avaliar animais da raça Nelore, reportaram correlações positivas entre dias para o parto e peso à desmama e entre idade ao primeiro parto e peso à desmama e mencionaram a possibilidade da seleção para peso à desmama estar levando à escolha de animais maiores à maturidade e, portanto, mais exigentes do ponto de vista nutricional.

As estimativas *a posteriori* das correlações genéticas entre as características RN e PE_P foi praticamente nula. Este resultado sugere que a seleção para maior perímetro escrotal ajustado para o peso do animal, medido ao sobreano, não acarretará modificações nas taxas de reconcepção das novilhas.

As estimativas *a posteriori* das correlações genéticas da RN e PE foi moderada e negativa, indicando que, a longo prazo, a seleção para perímetro escrotal sem ajuste para o peso no momento da coleta poderá causar decréscimos nas taxas de reconcepção das fêmeas que iniciam sua vida reprodutiva ao redor dos 24 meses de idade. Este resultado pode ser devido a alta e negativa associação genética existente entre a reconcepção e o peso ao

sobreano observado neste estudo (-0,66). Assim, a utilização do perímetro escrotal sem ajustar para o peso como critério de seleção, como acontece na maioria dos programas de melhoramento de bovinos de corte, não seja a melhor alternativa para aumentar a porcentagem de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. Vale ressaltar o alto erro-padrão da estimativa de correlação genética entre a reconcepção e o perímetro escrotal.

Alguns estudos também encontraram baixa correlação genética com algumas características medidas em fêmeas, como data ao primeiro parto com perímetro escrotal (Silva et al., 2000; Gressler et al., 2000, Pereira et al., 2002). Entretanto, outros autores encontraram estimativas de correlações genéticas favoráveis entre perímetro escrotal e características reprodutivas (Pereira et al., 2002 e Boligon et al., 2007).

As estimativas médias de correlações residuais para RN e PS resultaram em valores positivos e baixos, indicando que uma melhora no ambiente possivelmente atuará no mesmo sentido em ambas as características.

Conclusões

A utilização de valores genéticos preditos para a característica de reconcepção como critério de seleção de touros pode aumentar, ao longo dos anos, o número de vacas primíparas reconcebendo na estação de monta seguinte.

A seleção para peso ao sobreano poderá levar a uma diminuição na taxa de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore.

A longo prazo, a utilização do perímetro escrotal sem ajustar para o peso no momento da medida, como critério de seleção em programas de melhoramento animal pode causar diminuição na reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, P.F. 1991. **Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim**. Ribeirão Preto, SP. FMRP, 1990. 237p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1990.

BARWICK, S. A., H. U. GRASER E J. A. ARCHER. Recording new beef performance measures – effects on the accuracy of selection for profitability. **Proceedings...** Association Advancement Animal Breeding Genetics, 13:203-206. 1999.

BERGER, P.J. Genetic prediction for calving ease in the United States: data, models, and use by the dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 4, p. 1146-1153, 1994.

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C; PROCÓPIO, C.S.O; ANDRADE, V.J; VALE FILHO, V. R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 1, p. 69-78, 1996.

BOLIGON, A. A; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 596-601, 2008a.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; LOBO, R.B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2008b. (submetido)

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T. et al. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendência genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1323-1328, 2006.

BUDDENBERG, B.J.; BROWN, C.J.; JOHNSON, Z.B.; DUNN, J.E.; PETERSON, H.P. Heritability of pregnancy rate in beef cows under mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003 (supl. 2).

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 2, p. 203-13, 1996.

FAHMY, M.H.; LALANDE, G.; HIDIROGLOU, M. Reproductive performance and growth of Shorthorn purebred and crossbred cows. **Animal Production**, v.13, p.7-14, 1971.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1511-1515, 2005.

GIANOLA, D. E J. L. FOULLEY. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, 15: 201-224. 1983.

GOTTSCHALL, C.; FERREIRA, E.; CANELLAS, L.; BITTENCOURT, H.R. Perdas reprodutivas e reconcepção em bovinos de corte segundo a idade ao acasalamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.414-418, 2008

GRESSLER, M.G.M.; PEREIRA, J.C.C.; BERGMANN, J.A.G.; ANDRADE, V.J.; PAULINO, M.F.; GRESSLER, S.L. Aspectos genéticos do peso a desmama e de algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.533-538, 2005.

HARVILLE, D. A.; MEE, R. W. A mixed model procedure for analysing ordered categorical data. **Biometrics**. Holsteins. Journal of Dairy Science, v.40, p. 393-408, 1984.

HOESCHELE, I. E B. TIER. Estimation of variance components of threshold characters by marginal posterior mode and means via Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, 27: 519-540. 1995.

MARIANTE, A.S.; ZANCANER. A. **Crescimento e reprodução em gado Nelore: visão do criador e do pesquisador**. São Paulo: Criadores, 1985. 152p.

MELTON, B. E. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. In: Beef Improvement Federation 27th Research Symposium and Annual Meeting, Sheridan, WY. 1995.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variância entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.376-384, 2003.

MORENO, C.; SORENSEN, D.; GARCIA-CORTÉS, L. A.; VARONA, L.; ALTARRIBA, J. On biased inferences about variance components in the binary threshold model. **Genetics Selection Evolution**, v. 29, p. 145-160, 1997.

ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.39-100, 2001.

PARNELL, P.F.; ARTHUR, P.F. e BARLOW, R. Direct response to divergent selection for yearling growth rate in Angus cattle. **Livestock Production**, v.49, p.297-304, 1997.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; COSTA, F.A.A.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.116-121, 2001.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.703-708, 2002.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, J.C.C.; RIBEIRO, S.H.A.; SILVA, M.A. Análise genética de características ponderais e reprodutivas de fêmeas bovinas Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.231-236, 2005 (supl. 2).

PEREIRA, M.C.; YOKOO, M.J.; BIGNARDI, A.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; SESANA, J.C. Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para altura na garupa em diferentes idades e sua associação com características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2008. (submetido)

RAZOOK, A.G.; MERCADANTE, M.E.Z. Ganhos de produtividade com o uso de touros provados. In: MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte**. Piracicaba: Fealq, 2007. p. 93-114.

ROVIRA, J. (Ed). **Reproducción y manejo de los rodeos de cria**. Montevideo: **Hemisfério Sur**, 1974. 293p.

SAS Institute, SAS (Statistical Analysis System). **User's Guide**. SAS Institute Inc., Cary, NC, 2000.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, M.C.S.; CORREA, L.A.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2223-2230, 2000 (supl. 2).

SILVA, J.A.V; BIGNARDI, A.B.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; MERCADANTE, M.E.Z. Análises alternativas no estudo da reconcepção de novilhas Nelore. **Boletim da Indústria Animal**,v.65, p.137-141, 2008.

SILVA, J. A. V., M. H. VAN MELIS E J. P. ELER, J. B. S. FERRAZ E H. N. OLIVEIRA. Heritability for subsequent rebreeding in Nelore cows estimated with bayesian inference. **In: WCGALP**, 7, Montpellier, França. 2002.

SILVA, J.A.V.; BIGNARDI, A.B.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; MERCADANTE, M.E.Z. Análises alternativas no estudo da reconcepção de novilhas nelore. **Boletim da Industria Animal**,65:137-141, 2008.

SILVEIRA, J. C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, L.O.C.; SILVEIRA, A.C.; GARCIA, J.A.S.; LOUVANDINI, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1432-1444, 2004.

VAN KAAM, J.B.C.H.M. GIBANAL. **Analysing program for Markov Chain Monte Carlo sequences**. Version 2.10, Wageningen. 1997.

VAN TASSELL, C. P., L. D. VAN VLECK E K. E GREGORY. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **J. Anim. Sci.**, 76: 2048-2061. 1998.

CAPÍTULO 3 – ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE NOVILHAS UTILIZANDO ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA

RESUMO: A análise de sobrevivência estuda a ocorrência de eventos ao longo do tempo, permitindo o adequado tratamento de dados censurados. Isso acontece na bovinocultura de corte quando se utiliza estação de monta fixa e os dados são truncados no fim de cada estação. Além disto, esta análise leva em consideração características não lineares dos dados. Foram analisados 15.235 registros de fêmeas nascidas entre 1984 e 2002, pertencentes a Agropecuária Jacarezinho Ltda., com o objetivo de estudar a característica reconcepção em fêmeas primíparas da raça Nelore, aplicando modelo de sobrevivência, visando a sua utilização em programas de melhoramento animal. O tempo para a vaca reconceber foi abordado de diferentes formas: avaliando apenas as novilhas que foram expostas ao redor dos 24 meses de idade (RN), por volta dos 16 meses de idade (RP) e avaliando conjuntamente todas as novilhas, precoces e não precoces (RA). As estimativas dos parâmetros foram obtidas aplicando-se modelos de sobrevivência que emprega aproximação Bayesiana empírica na estimativa dos parâmetros. As estimativas de herdabilidade foram de 0,11 e 0,18 para RN, de 0,03 e 0,04 para RP e 0,08 e 0,13 para RA nas escalas logarítmica e original, respectivamente. Aliando os baixos valores de herdabilidade estimados para a característica de reconcepção utilizando modelo de sobrevivência, juntamente com o fato dessa característica ser expressa tardiamente e em apenas um dos sexos, ela não é indicada como critério de seleção exclusivo. Entretanto, por tratar-se de característica de grande impacto econômico e colhida rotineiramente em rebanhos em que há escrituração zootécnica, é possível incluí-la em avaliações genéticas e assim, utilizá-la para compor índices econômicos de seleção.

Palavras-chave: gado de corte, modelo de Weibull, dados censurados

Introdução

As características reprodutivas possuem grande importância na melhoria da eficiência de sistemas de produção de bovinos de corte. Vários trabalhos têm demonstrado o efeito da inclusão de características reprodutivas nos objetivos de seleção. Mattos & Rosa (1984) relataram que os problemas reprodutivos constituem uma barreira para melhorar a eficiência da produção em bovinos. Newman et al. (1992) ao analisar os objetivos de seleção em bovinos de corte na Nova Zelândia, relataram perda de eficiência da seleção em termos econômicos ao retirar do índice de seleção características ligadas à reprodução. Barwick et al. (1995) determinaram que a importância econômica relativa da fertilidade, avaliada pela taxa de desmama, em relação ao crescimento no rebanho foi de 0.6:1, 1:1, 1.4:1 quando fizeram projeções para 5, 13 e 20 anos, respectivamente, comprovando a importância da eficiência reprodutiva. Segundo Melton (1995), Barwick et al. (1999) e Formigoni (2002), o valor econômico relativo à reprodução tem, em sistemas de cria, em torno de quatro vezes mais importância que características de produto final. Como a eficiência econômica dos sistemas de produção de cria da bovinocultura de corte está em função da eficiência reprodutiva do rebanho, por meio da venda direta dos bezerros, provavelmente, o aumento da taxa de reconcepção de novilhas poderá ter grande impacto na melhora dessa eficiência.

A melhora do desempenho reprodutivo depende das taxas reprodutivas das novilhas de reposição e do rebanho de vacas adultas. O desenvolvimento das novilhas de reposição, da desmama ao início da estação de monta, e do primeiro parto ao período de monta seguinte, exige grande investimento de tempo e recursos, e é de extrema importância na produtividade futura do rebanho de cria. Portanto, é importante selecionar novilhas com alto potencial genético para a fertilidade, ou seja, fêmeas que atinjam a maturidade sexual mais cedo e que tanto a concepção como as partições ocorram regularmente todo ano e ao início do período de monta e nascimentos, respectivamente.

Existem divergências na literatura em relação às estimativas dos parâmetros genéticos para a característica de reconcepção de novilhas. Doyle et al. (2000) relataram estimativa de herdabilidade igual a 0,18 para reconcepção de novilhas Angus, entretanto, metade das subamostras estimativas estavam fora do espaço paramétrico. Silva et al. (2002) relataram estimativas de herdabilidade de 0,25 para fêmeas da raça Nelore expostas à estação de monta por volta dos 20 meses de idade.

Com a análise de sobrevivência estuda-se a ocorrência de eventos ao longo do tempo, permitindo o adequado tratamento de dados censurados, ou seja, informações de características que não podem ser observadas até seu término. Isso acontece na bovinocultura de corte quando se utiliza estação de monta fixa e os dados são truncados no fim de cada estação. Além disto, esta análise leva em consideração características não lineares dos dados (Guo, 1999 e Smith e Allaire, 1986). A aplicação da análise de sobrevivência no estudo de características reprodutivas em bovinos de corte é uma nova área que poderá trazer bons resultados para o melhoramento destas características. Além disso, esta metodologia para estudo de características censuradas é de implementação relativamente fácil.

O objetivo deste trabalho foi estudar a característica de concepção subsequente em primíparas utilizando um modelo de sobrevivência em um rebanho comercial da raça Nelore, com intuito de verificar a possibilidade de utilizar a característica como critério de seleção.

Material e Métodos

Foram utilizados um total de 15.235 registros de fêmeas nascidas entre os anos de 1984 e 2002, oriundos do arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda, localizada no noroeste do Estado de São Paulo (latitude: 21° 8' 39" sul e longitude: 50° 53' 50" oeste), Brasil. Na fazenda são realizadas duas estações de monta, uma antecipada, na qual participam apenas as fêmeas com

idade em torno de 15 e 16 meses, a fim de identificar animais sexualmente precoces, e a normal, que ocorre quando as novilhas estão com cerca de 24 meses de idade.

O tempo para a reconcepção (falha) foi calculado subtraindo-se da idade da vaca no segundo parto o período de gestação e a idade na entrada da segunda estação de monta. As vacas que não tiveram registro de parto após a segunda estação de monta foram consideradas como dados censurados. Neste caso, o tempo de censura foi obtido após o término da segunda estação de monta acrescido mais um dia. Na Tabela 1 estão apresentadas as análises descritivas das características estudadas. O tempo para a vaca reconceber foi abordado de diferentes formas: avaliando apenas as novilhas que foram expostas ao redor dos 24 meses de idade (RN), por volta dos 16 meses de idade (RP) e avaliando conjuntamente todas as novilhas, precoces e não precoces (RA).

O grupo de contemporâneos foi definido como fazenda e ano de nascimento da vaca, sexo do bezerro e ano de parto da primeira cria. Foram eliminados grupos contemporâneos contendo somente registros censurados.

A adequação dos dados ao modelo de Weibull foi verificada graficamente através plotagem de $\ln[-\ln S(t)]$, onde \ln é o logaritmo neperiano, $S(t)$ a estimativa de Kaplan-Meyer da função de sobrevivência $S(t) = \exp\{-(\lambda t)^\rho\}$ e t é o tempo para a reconcepção em dias, ρ é o parâmetro de forma de Weibull e λ é o parâmetro de escala. Para estimativa de $S(t)$ no conjunto de dados utilizou-se o procedimento LIFETEST (SAS, 1995).

Tabela 1. Análise descritiva dos dados da característica tempo para reconceber de novilhas da raça Nelore

Item	RN	RP	RA
Número de registros	13.084	2.147	15.235
Registros censurados, nº	4.394	434	4.830
Tempo de censura mínimo, dias	61	71	61
Tempo de censura máximo, dias	101	91	101
Tempo de censura médio, dias	100,8	91	99,9
Registros não censurados, nº	8.690	1.713	10.405
Tempo de falha mínimo, dias	1	1	1
Tempo de falha máximo, dias	101	92	101
Tempo de falha médio, dias	50,4	24,8	46,2
Registros censurados, %	33,6	20,2	31,7
Grupos contemporâneos, nº	85	31	116

RN = tempo para reconceber das novilhas com início da vida reprodutiva ao redor dos 24 meses, RP = aos 16 meses de idade e RA = avaliando conjuntamente os dois grupos de novilhas anteriores

Na Figura 1 estão apresentadas as representações gráficas dos dados para as diferentes definições da característica reconcepção à distribuição Weibull. A adequação dos dados à distribuição no modelo de Weibull pode ser observada quando os dados apresentam uma distribuição linear. A verificação gráfica permitiu distinguir dois períodos diferentes para as fêmeas precoces e não precoces, definindo assim o efeito fixo tempo-dependente (período) que supõe um mesmo ρ , mas com diferentes médias para cada período. As delimitações dos períodos foram aos 25 e 54 dias para RP e RN, respectivamente.

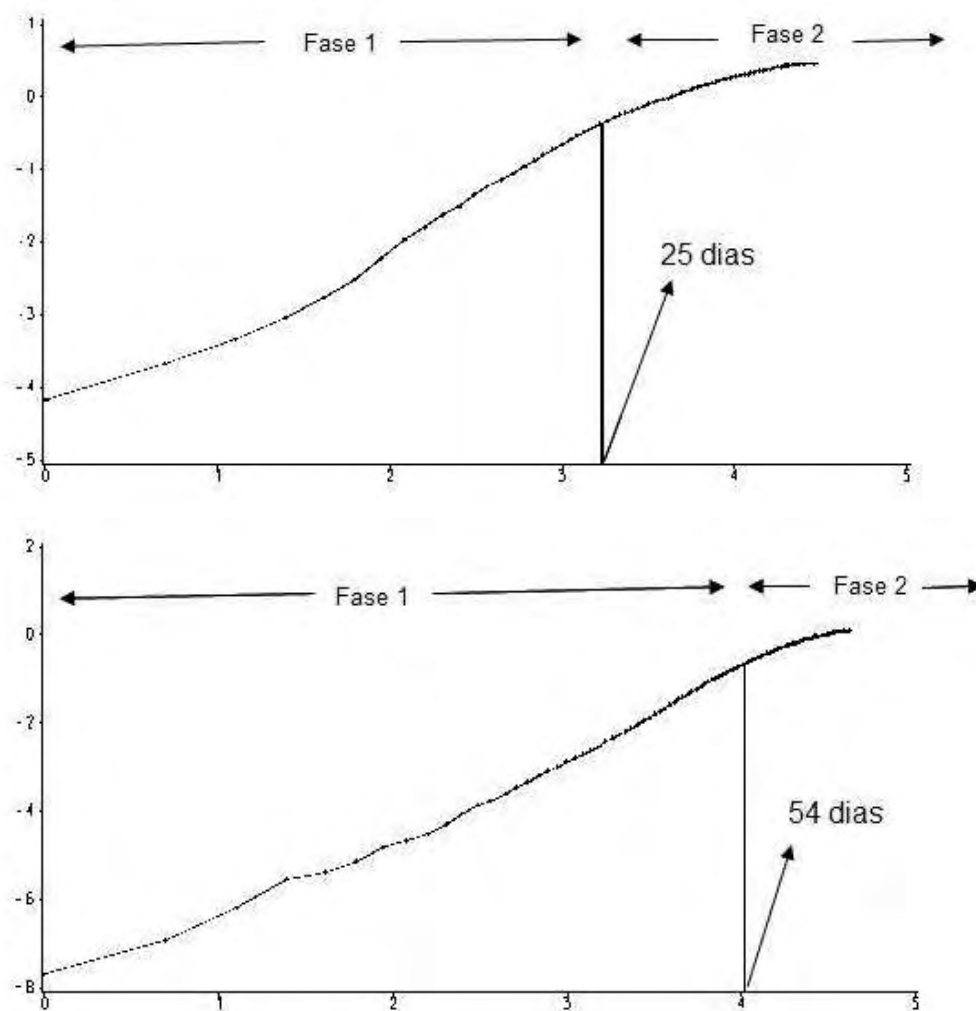


Figura 1. Representação gráfica da adequação dos dados do tempo de reconcepção à distribuição de Weibull para RP (superior) e RN (inferior). As linhas verticais delimitam os 2 períodos distintos considerados. $S(t)$ = estimativa de Kaplan-Meyer da função de sobrevivência; \ln = logaritmo neperiano.

O modelo de sobrevivência pode ser representado como:

$$\lambda(t; z) = \lambda_0(t) \exp\{z(t)' \beta\}$$

onde $\lambda(t; \mathbf{z})$ é a função de risco de um indivíduo dependendo do tempo t (tempo de reconcepção, em dias); $\lambda_0(t)$ é a função de risco básica, foi assumido uma distribuição de risco Weibull ($\lambda_0(t) = \lambda \rho (\lambda t)^{\rho-1}$) onde $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor de efeitos fixos e aleatórios (tempo-dependente) que afetam o risco, com $\mathbf{z}(t)'$ sendo o vetor de incidência.

Os efeitos incluídos no modelo foram: grupo de contemporâneos como efeito fixo tempo-independente; período como efeito fixo tempo-dependente e o efeito de touro e avô materno (mgs) como efeitos aleatórios tempo-independentes, sendo $mgs = 0,5 \times (\text{efeito do touro})$. Assumiu-se que os efeitos aleatórios tempo-independentes seguem uma distribuição multinormal com média zero e variância $A\sigma_s^2$, em que σ_s^2 é a variância entre touros.

O modelo touro-avô materno foi utilizado inicialmente para obtenção do componente de variância de touro conjuntamente com o parâmetro de forma de Weibull ρ . O componente de variância obtido foi multiplicado por quatro e fixado para se obter as DEPs por modelo animal, sendo os efeitos de touro e mgs substituídos pelo efeito aleatório tempo-independente de animal. Supôs-se que este efeito seguia uma distribuição multinormal com média zero e variância $\mathbf{A}\sigma_a^2$, em que σ_a^2 é a variância genética aditiva de animal e \mathbf{A} a matriz de parentesco entre todos os animais. Para montar o arquivo de pedigree foram retrocedidas seis gerações, sendo que, a partir desta não mais aumentou o número de animais, chegando-se a 27.548 animais na matriz de parentesco.

Para realização da análise de sobrevivência foi utilizado o programa Survival Kit V3.12 (Ducrocq e Sölkner, 1998), que emprega aproximação Bayesiana empírica na estimativa dos parâmetros. A herdabilidade para o modelo touro-avô materno foi calculada na escala logarítmica (h_{log}^2) e na escala original (h_o^2), respectivamente, como:

$$h_{log}^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\left(\frac{5}{4}\right)\sigma_s^2 + \pi^2/6} \qquad h_o^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\left(\frac{5}{4}\right)\sigma_s^2 + 1}$$

Resultados e Discussão

Na Figura 2 estão apresentadas as taxas de reconcepção de ambos os grupos de novilhas em função do ano de nascimento.

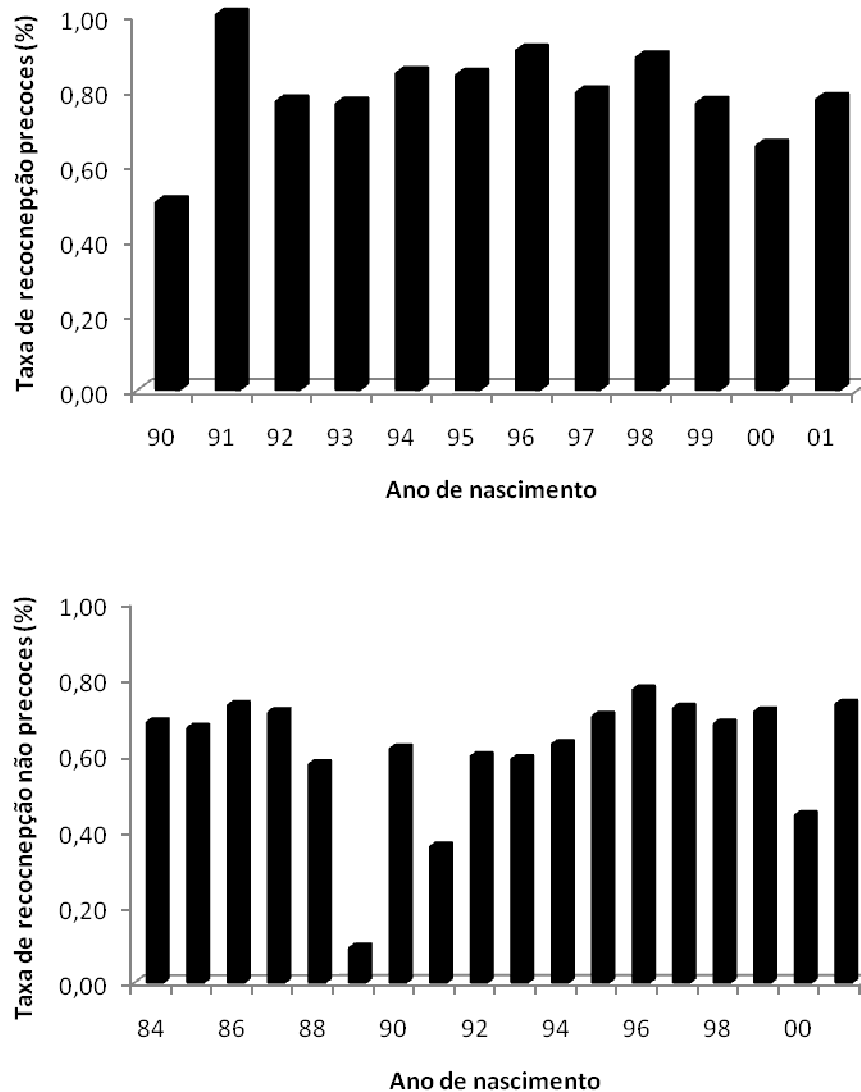


Figura 2. Taxas de reconcepção das novilhas precoces (superior) e não precoces (inferior) em função do ano de nascimento

Pode-se notar que a taxa de reconcepção não aumentou ao longo do período avaliado, porém observa-se uma diferença entre os grupos de novilhas. As novilhas sexualmente precoces apresentaram taxa média de reconcepção de 81%, enquanto as novilhas expostas em estação de monta tradicional de 63%. Essa diferença observada entre os grupos deve-se, provavelmente, ao fato das novilhas que entraram em estação de monta antecipada terem um maior período de descanso entre o primeiro parto e a reconcepção. Assim, estas estariam em melhores condições corporais, aumentando as taxas de prenhez na segunda estação de monta.

O efeito da precocidade sexual foi significativo ($P < 0,01$) para a característica que continha os dois grupos de novilhas (precoces e não precoces). Observou-se que as fêmeas sexualmente precoces possuem uma chance de reconceber de 88% a mais que as novilhas não precoces. Como mencionado anteriormente, essa superioridade das fêmeas precoces pode ser explicada pelo maior período de descanso entre o primeiro parto e a entrada na segunda estação de monta, o que pôde proporcionar uma melhor condição corporal a esses animais. Assim, a antecipação da primeira estação de monta trará grandes benefícios para as taxas de reconcepção.

A exposição de animais precoces para acasalamento apresenta vantagens e desvantagens. Segundo Short et al. (1994) entre as principais vantagens em emprenhar as novilhas aos 12 meses de idade estão o menor intervalo para se obter um retorno do investimento, o aumento da vida produtiva de cada vaca, o aumento do número de bezerros por ano e a menor demanda de pastos para fêmeas de um ano de idade que seriam manejadas juntamente ao rebanho de reprodução. Esses autores, destacaram como desvantagens o aumento dos custos (manejo e alimentação) para que a novilha possa entrar em reprodução mais jovem; aumento da perda de bezerros devido a partos distócicos (dificuldade de parto) e outros problemas relacionados, incluindo investimentos em manejo para lidar com problemas de parto, além de menores taxas de retorno ao cio quando exposta na segunda estação de monta, quando comparadas com vacas

mais velhas, e assim produzindo um número menor de bezerros, provavelmente desmamados com menor peso.

Neste trabalho, diferente do estudo mencionado anteriormente de Short et al. (1994), a exposição das novilhas acontece ao redor dos 16 meses de idade. A primeira estação de monta nesse período permite que as novilhas tenham maior período de descanso entre o primeiro parto e a segunda estação de monta, e conseqüentemente, apresentem maiores taxas de reconcepção, quando comparada as novilhas que iniciaram sua vida reprodutiva aos 24 meses de idade. Assim, nesse sistema utilizado na propriedade, a maior vantagem é a incorporação das fêmeas sexualmente precoces no rebanho, uma vez que não deve aumentar o número de bezerros produzidos na vida produtiva da matriz

O efeito dos grupos de contemporâneos foi significativo ($p < 0,01$) para todas as características analisadas. As taxas de riscos proporcionais são dadas em relação ao grupo base que possui taxa de risco igual a 1,0, que é o grupo com maior número de observações não censuradas, e determina o quanto as fêmeas pertencentes a um determinado grupo de contemporâneo têm a mais ou a menos de chance de reconceber. A taxa de risco variou de 0,03 a 3,60 para RN, de 0,42 a 1,39 para RP e de 0,06 a 2,48 para RA. Para as fêmeas que iniciaram sua vida reprodutiva ao redor dos 24 meses de idade os resultados indicaram que os animais pertencentes ao grupo contemporâneo com maior taxa de risco têm cerca de três vezes e meia mais chances de reconceber em relação ao grupo base. Na avaliação apenas das vacas sexualmente precoces esta chance de reconcepção é de, aproximadamente, uma vez e meia maior. Portanto, essa variação indica que modificações no ambiente em que essas novilhas são criadas podem elevar ou diminuir consideravelmente a taxa de reconcepção do rebanho.

A Figura 3 apresenta as taxas de falha de Weibull para alguns grupos de contemporâneos tomados aleatoriamente em função do tempo de reconcepção, divididos em duas fases.

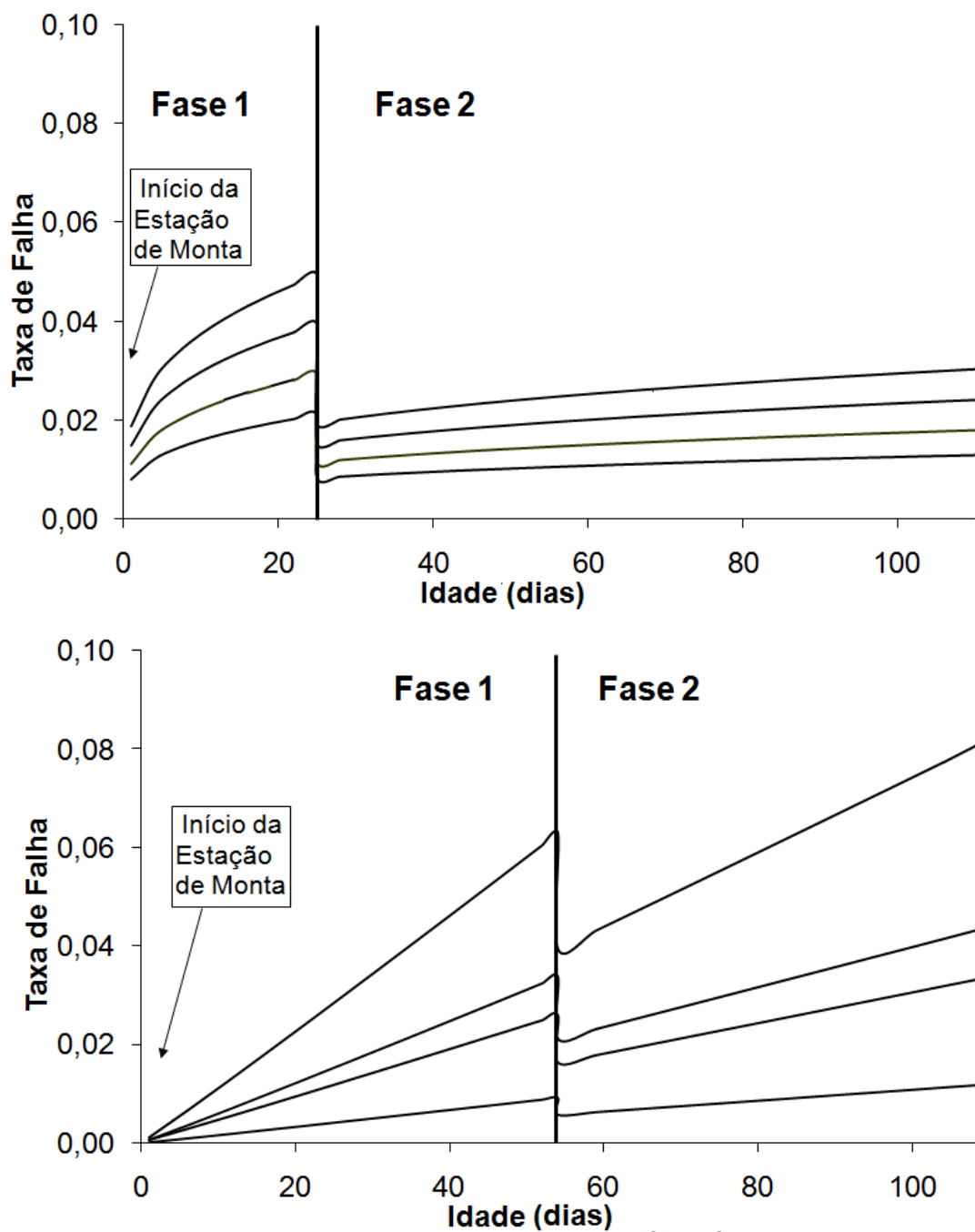


Figura 3. Taxas de falha de Weibull para alguns grupos de contemporâneos tomados arbitrariamente em função do tempo de reconcepção para RP (superior) e RN (inferior).

Pode-se observar, que para todas as análises a primeira fase caracterizou-se com as maiores taxas de falha. As chances de reconcepção das fêmeas na primeira fase é cerca de 37 e 60% maiores que na segunda fase para RN e RP, respectivamente. Nota-se que para as fêmeas com início da sua vida reprodutiva ao redor dos 16 meses de idade, a reconcepção acontece quase que totalmente na primeira fase (cerca de 80%), possivelmente devido ao fato de esses animais terem tido a oportunidade de recuperar sua condição corporal. A partir do 25º dia, as taxas de reconcepção são praticamente constantes e bem menores quando comparadas à primeira fase. Como a herdabilidade estimada para RP é baixa (Tabela 2), esse drástico decréscimo nas taxas de reconcepção a partir do 25º dia devem ser devidos a fatores não genéticos.

Na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas de parâmetros para a reconcepção de fêmeas da raça Nelore, obtidos por análise de sobrevivência. Para todas as análises o parâmetro de forma de Weibull (ρ) foi superior a 1,0, que indica que a taxa de risco aumenta com o tempo, ou seja, quanto mais tempo as fêmeas permanecem na estação de monta maiores são as chances de reconceberem. Porém, para as fêmeas sexualmente precoces, este parâmetro foi próximo a unidade, indicando que a taxa de risco básica é praticamente constante no decorrer do tempo. Esse comportamento das fêmeas precoces pode ser visualizado na Figura 1, que a partir do 25º dia as taxas de riscos não se modificam até o final da estação de monta. As estimativas dos erros-padrão de todas as análises foram baixas.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros para a reconcepção de fêmeas da raça Nelore, obtidos por análise de sobrevivência.

Item	RN	RP	RA
Parâmetro de forma de Weibull	2,03±0,03	1,05±0,05	1,69±0,02
(ρ)			
Variância de touro			
Melhor valor estimado	0,046	0,010	0,033
Intervalo das estimativas	0,046 a 0,047	0,010 a 0,011	0,033 a 0,034
Herdabilidade			
Escala logarítmica (h^2_{\log})	0,11	0,03	0,08
Escala original (h^2_o)	0,18	0,04	0,13

Na literatura não foram encontrados estudos de estimativas de parâmetros genéticos para a característica de reconcepção utilizando análise de sobrevivência. Entretanto, outras metodologias têm sido empregadas com o intuito de avaliar essa característica.

No Brasil, o valor da estimativa de herdabilidade está próximo ao relatado por Silva et al. (2008) de 0,16, analisando fêmeas primíparas da raça Nelore utilizando modelo não linear. Mercadante et al. (2003) relataram estimativa de herdabilidade inferior (0,10) para reconcepção aos três anos de idade, de novilhas Nelore utilizando modelo de limiar. As estimativas de herdabilidades encontradas neste trabalho estão entre os valores relatados por estudos realizados em outros países avaliando a reconcepção de animais cruzados e de origem européia, variando de 0,00 a 0,49 (Buddenberg et al., 1989 e Snelling et al., 1996 e Doyle et al., 2000). Deste modo, fica evidente não haver consenso entre as diversas pesquisas quanto a magnitude das estimativas de parâmetros genéticos para a reconcepção de novilhas.

A Figura 4 apresenta a distribuição dos valores genéticos das fêmeas, em análises contendo apenas os animais precoces e não precoces. Os valores

genéticos estão apresentados como logaritmo da taxa de risco, que possui distribuição normal e possibilita sua interpretação de forma aditiva. O valor genético médio destas fêmeas precoces e não precoces foram 0,003 e 0,004, respectivamente, o que equivale a uma taxa de risco próximo a unidade, isto é, a chance destas fêmeas reconceberem é igual ao do grupo considerado como base genética da população. Com intervalo de confiança de 95%, os valores genéticos para as novilhas precoces foram de -0,14 a 0,12, cerca de 14% menos e 12% a mais chances de reconceber do que em relação ao grupo base. Da mesma forma, para as novilhas que entraram em estação de monta ao redor dos 24 meses de idade, os valores genéticos foram de -0,09 a 0,10, cerca de 9% menos e 10 % a mais de chances de reconceber. Com isso, a utilização dessas fêmeas com maiores valores genéticos como matrizes do rebanho, poderá acarretar melhora nas taxas de concepção da segunda estação de monta.

Considerando apenas os touros, pais de novilhas precoces, a distribuição dos valores genéticos preditos foi de -0,04 a 0,04. Já para os touros pais das novilhas que entraram na estação de monta no período normal, a amplitude da distribuição dos valores genéticos foi maior, de -0,28 a 0,24, o que representa 28% a menos e 24% a mais de chances de reconceber. Comparando-se os extremos, a taxa de risco do touro com maior valor genético foi cerca de 1,19 e 2,26 vezes maior do que aquela do touro com menor valor genético, para RP e RN, respectivamente. Portanto, a utilização dos touros com maiores valores genéticos como pais de futuras gerações, permitirá ganhos expressivos nas taxas de reconcepção, contribuindo para a melhora de eficiência reprodutiva das fêmeas.

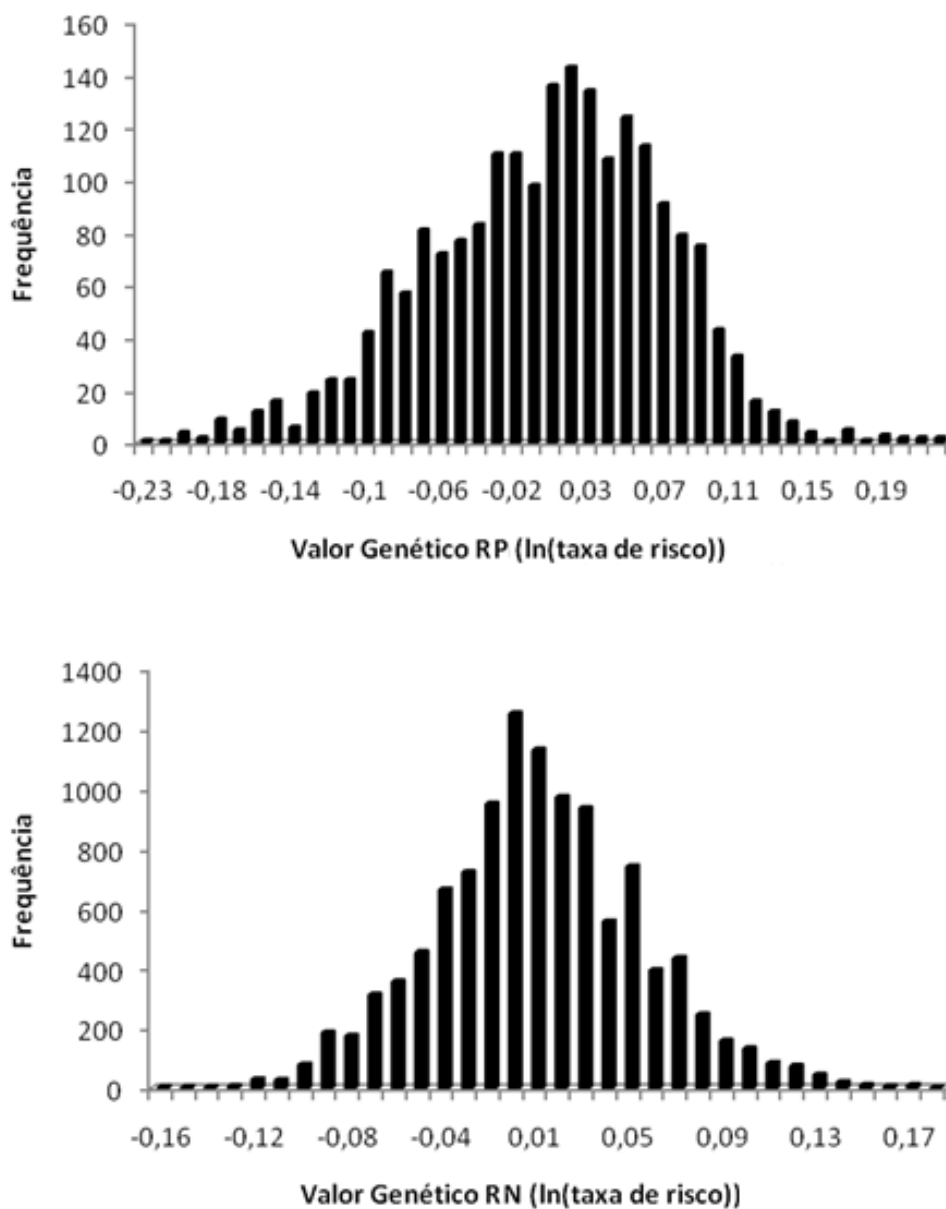


Figura 4. Distribuição dos valores genéticos das fêmeas nas análises que continham apenas animais precoces (acima) e as não precoces (abaixo).

Na Figura 5 estão apresentadas as tendências genéticas da reconcepção das fêmeas precoces e não precoces, obtidas pela regressão dos valores genéticos preditos em função do ano de nascimento dos animais. Para ambas as características, as tendências foram próximas de zero, indicando não haver

incremento nos valores genéticos ao longo do período analisado. Esse comportamento deve ser devido à não utilização da reconcepção como uma das características que compõem os índices de seleção aplicados no rebanho pelo programa de melhoramento genético animal.

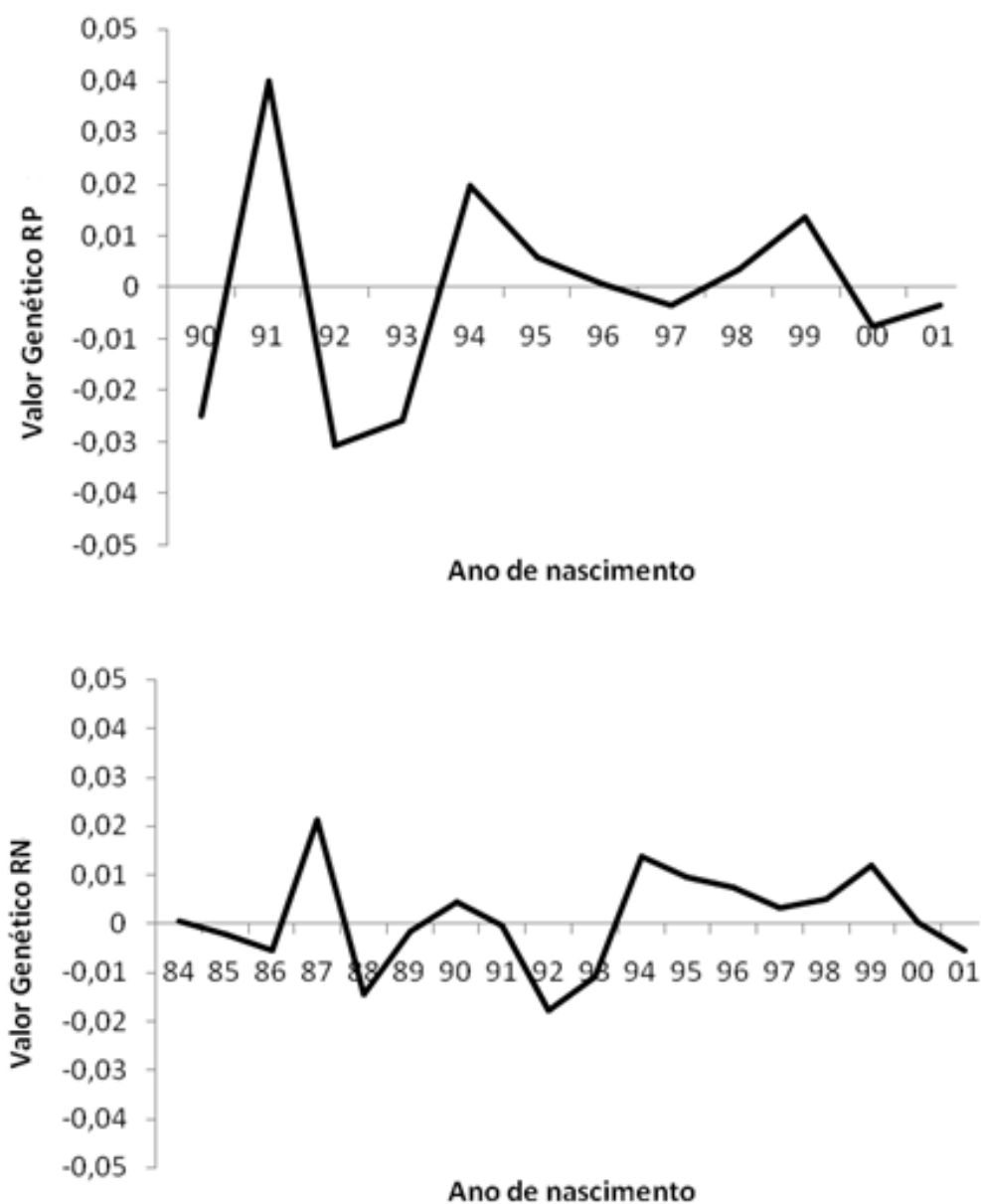


Figura 5. Distribuição dos valores genéticos das fêmeas nas análises que continham apenas animais precoces (acima) e as não precoces (abaixo).

Conclusões

Os valores de estimativas de herdabilidade encontrados neste trabalho, juntamente com o fato de tratar-se de uma característica de grande impacto econômico e obtida automaticamente em rebanhos em que há escrituração zootécnica, é possível incluí-la em avaliações genéticas e assim, utilizá-la para compor índices econômicos de seleção, contribuir para o aumento da fertilidade dos rebanhos.

Referências Bibliográficas

BARWICK, S.A.; GRASER, H.U. e ARCHER, J.A. Recording new beef performance measures - effects on the accuracy of selection for profitability. **Proceedings...** 13th Association Advancement Animal Breeding Genetics, 203-206, 1999.

BUDDENBERG, B. J., C. J. BROWN, Z. B. JOHNSON, J. E. DUNN AND H. P. PETERSON. Heritability estimates of pregnancy rate in beef cows under natural mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

DOYLE, S.P., GOLDEN, B.L., GREEN, R.D. AND BRINKS, J.S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2091-2098, 2000.

Ducrocq, V., and G. CASELLA. A Bayesian analysis of mixed survival models. **Genetic Selection Evolution**, v.28, p.505–529, 1996.

DUCROCQ, V., R.L. QUAAS, E.J. POLLAK, AND G. CASELLA. Length of productive life in dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.3061, 1988.

DUCROCQ, V. E J. SÖLKNER. 1998. The survival kit (v. 3.0): a Fortran package for the analysis of survival data. **Proceedings...** 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia, CD-ROOM.

FORMIGONI, I.B. **Estimação de valores econômicos para características componentes de índices de seleção em bovinos de corte.** 2002. 80f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

MATTOS, S. AND ROSA, A.N. Desempenho reprodutivo de fêmeas de raças zebuínas. **Inf. Agrop.** 10, p.34, 1984.

MELTON, B.E. 1995. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. **Proceedings...** Beef Improvement Federation 27th Research Symposium and Annual Meeting, Sheridan, Wyoming. 40–4, 1988.

NEWMAN, S., MORRIS, C.A., BAKER, R.L., NICOLL, G.B. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. **Livestock Science**, v.32, p.111-130, 1992.

SAS (1995) **USER'S GUIDE: Basic and Statistic.** SAS, Cary, NC, p. 1686.

SILVA, J.A.IV., M.H.VAN MELIS, J.P. ELER, J.B.S. FERRAZ, H.N. OLIVEIRA. Heritability for subsequent rebreeding in Nelore cows estimated with bayesian inference. **Proceedings...** 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Montpellier, France, CD-ROOM, 2002.

SNELLING, W. M., M. D. MACNEIL, AND B. L. GOLDEN. Application of continuous and binary trait methods to reproductive measures of Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, p.115, 1996.

SORENSEN, D.A., S. ANDERSEN, D. GIANOLA, AND I. KORSGAARD. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetic Selection Evolution**, v.27, p.229-249, 1995.

SHORT, R.E., BELLOWS, R.A. Relationship among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. **Journal of Animal Science**, 32:127-131, 1971.

VUKASINOVIC, N., J. MOLL, AND N. KÜNZI. Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2572–2579, 1997.

YAZDI, M.H., P.M. VISSCHER, V. DUCROCQ AND R. THOMPSON. Heritability, reliability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazard models. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1563-1577, 2002.

CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DO MÉTODO \mathfrak{R} NO ESTUDO DA RECONCEPÇÃO DE FÊMEAS PRIMÍPARAS DA RAÇA NELORE

RESUMO: A otimização da eficiência econômica do rebanho bovino brasileiro está diretamente relacionada à vida reprodutiva das matrizes. A reconcepção de fêmeas primíparas é um gargalo da atividade de cria, uma vez que decréscimos significativos nos índices de prenhez são observados entre o primeiro e o segundo parto. Dentre as metodologias utilizadas que consideram a distribuição discreta dos dados, o método \mathfrak{R} possui a vantagem de utilizar um algoritmo que requer apenas os valores genéticos preditos, resultando em maior velocidade no processamento das análises e menor demanda de memória nos computadores. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore utilizando o método \mathfrak{R} , com intuito de verificar a possibilidade de utilizar essa característica como critério de seleção em programas de melhoramento genético animal. Foram utilizados 16.109 registros de fêmeas nascidas entre os anos de 1984 e 2002, oriundos do arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda. O valor médio da estimativa de herdabilidade foi de 0,06, 0,03 e 0,01 para a reconcepção de fêmeas que emprenharam aos 24, 16 meses de idade e incluindo ambas as categorias em uma mesma análise, respectivamente. A estimativa de herdabilidade obtida utilizando o Método \mathfrak{R} indica que a utilização da reconcepção de fêmeas primíparas como critério de seleção em programas de melhoramento genético animal não trará, a curto prazo, progresso genético para esta característica.

Palavras-chave: herdabilidade, modelo não linear, gado de corte

Introdução

A otimização da eficiência econômica do rebanho bovino brasileiro está diretamente relacionada à vida reprodutiva das matrizes. Alguns estudos realizados tanto das condições de produção brasileiras (Bittencourt, 2001; Brumatti, 2002; Formigoni et al., 2005) como de outros países (Newman et al., 1992; Macneil et al., 1994 e Phocas et al., 1998) relataram ser as características relacionadas à fertilidade do rebanho as de maior importância econômica quando comparadas às características de crescimento e qualidade de carcaça.

Altas taxas reprodutivas são fundamentais na obtenção de elevada eficiência nos sistemas de produção de bovinos de corte. Entretanto, a reconcepção de fêmeas primíparas constitui um gargalo da atividade de cria, pois, decréscimos significativos nos índices de prenhez são observados entre o primeiro e o segundo parto.

Uma forma de melhorar o desempenho reprodutivo do rebanho de forma permanente seria utilizar as características reprodutivas como critério de seleção em programas de melhoramento animal. No entanto, a inclusão de características reprodutivas nesses programas possuem como principais limitantes o fato dessas serem expressas em apenas um dos sexos; a necessidade de utilização de procedimentos analíticos e de predição de valores genéticos adequados a dados de natureza categórica e as baixas herdabilidades que têm sido descritas para as mesmas (Silva et al., 2005 e Ferraz e Eler, 2007).

Dentre as metodologias utilizadas que consideram a distribuição discreta dos dados, o método \Re possui a vantagem de utilizar um algoritmo que requer apenas os valores genéticos preditos, os quais podem ser obtidos por métodos iterativos, não exigindo a decomposição do sistema de equações, sua inversa ou derivadas, resultando em maior velocidade no processamento das análises e menor demanda de memória nos computadores. Esta praticidade tem feito deste método uma opção para estimação de componentes de variância em modelos

complexos e grandes volumes de dados (Misztal, 1997; Culbertson et al., 1998, Silva et al., 2003).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar diferentes definições da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore utilizando o método \mathfrak{R} , com intuito de verificar a possibilidade de utilizar essa característica como critério de seleção em programas de melhoramento genético animal.

Material e Métodos

Os registros analisados foram provenientes de 16.109 fêmeas da raça Nelore, nascidas entre 1984 e 2002 e pertencentes ao arquivo zootécnico da Agropecuária Jacarezinho Ltda., empresa que se dedica à bovinocultura de corte, localizada no noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Aproximadamente, 60% da área da propriedade é composta por forrageiras do gênero *Brachiaria sp* e o restante por *Panicum*, onde os animais são mantidos com uma lotação de 1,2 a 1,6 UA/ha.

A partir de 1990, a estação de monta começou a ser realizada em dois períodos distintos a fim de identificar animais sexualmente pecoces. A estação de monta antecipada ocorre quando as novilhas estão com idade entre 16 e 18 meses, com duração de, aproximadamente, 60 dias, nos meses de fevereiro a abril. A estação tradicional que é realizada quando as novilhas estão com idade em torno de 24 meses, o que ocorre, em geral, a partir da segunda quinzena do mês de novembro, com duração de 70 dias. As novilhas que não emprenham na estação de monta antecipada terão nova oportunidade de entrar na estação de monta tradicional e caso não emprenhem novamente são descartadas. Os sistemas de acasalamentos utilizados são inseminação artificial, reprodutor único e múltiplo, com relação touro:vaca de 1:50.

Próximo à data de parição, as fêmeas são encaminhadas aos piquetes de maternidade e após o parto as mesmas são transferidas para outra pastagem conforme o sexo e idade do bezerro, onde permanecem até à desmama.

Aproximadamente aos sete meses, os bezerros foram desmamados e selecionados, e alguns novamente agrupados, permanecendo juntos até os 18 meses de idade.

As pesagens dos animais são realizadas ao nascimento, à desmama (205 dias de idade) e ao sobreano (450 dias de idade). Avaliações visuais são realizadas tanto à desmama como ao sobreano e o perímetro escrotal é mensurado somente nesta última idade. A seleção dos animais nestas duas idades ocorre com base em índices empíricos que incluem características de crescimento, reprodutivas e escores visuais.

A reconcepção de primíparas foi definida como sucesso (1) e fracasso (0) quando as novilhas pariram ou não, respectivamente, dado que elas já haviam parido anteriormente. Foram realizadas três diferentes análises para a reconcepção. A primeira análise incluiu as informações da reconcepção apenas das fêmeas que emprenharam na estação de monta antecipada (RP), enquanto a segunda somente os registros das fêmeas que emprenharam na estação de monta tradicional (RN). Na terceira análise, foram incluídas todas as fêmeas (RA) e atribui-se valor 0, para as que não reconceberam, 1 para aquelas que não foram classificadas como precoces e reconceberam e 2, para as que foram precoces e reconceberam.

Os grupos de contemporâneos (GC) com menos de quatro observações foram eliminados, assim como os GC que não possuíam variabilidade, ou seja, aqueles em que todos os animais possuíam a mesma resposta (0 ou 1). A definição do GC incluiu fazenda e ano de nascimento da vaca, sexo do bezerro e ano de parto da primeira cria. Foi incluído no modelo, como covariável, o período de descanso, isto é, o número de dias pós-parto até o início da segunda monta. A matriz de relação aditiva entre os animais era composta por 27.211 animais.

Um resumo da estrutura do arquivo de dados para as características de reconcepção está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo do conjunto de dados editado para as características avaliadas

Característica	N	Média	DP	Nº Touros	NGC
RP	2.553	0,83	0,38	193	30
RN	13.707	0,68	0,47	362	73
RA	16.249	0,71	0,63	365	84

N = número de observações; DP = desvio-padrão; NGC = número de grupos contemporâneos; RP = reconcepção de fêmeas sexualmente precoces; RN = reconcepção de fêmeas acasaladas em estação de monta normal, aos 24 meses; RA = reconcepção de fêmeas precoces e não precoces

O desempenho de cada animal pode ser explicado pelo seguinte modelo matricial:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e},$$

em que:

\mathbf{y} = vetor da variável dependente;

\mathbf{b} = vetor dos efeitos fixos (GC e período de descanso);

\mathbf{X} = matriz de incidência que associa elementos de \mathbf{b} a \mathbf{y} ;

\mathbf{a} = vetor dos efeitos aleatórios de valor genético aditivo direto do animal, $\mathbf{a} \sim \text{MVN}(0, \mathbf{A}\sigma^2)$;

\mathbf{Z} = matriz de incidência que associa elementos de \mathbf{a} a \mathbf{y} ;

\mathbf{e} = vetor dos efeitos aleatórios residuais, $\mathbf{e} \sim \text{MVN}(0, \mathbf{I}\sigma^2)$.

Segundo Reverter et al. (1994b), o método \mathfrak{R} é um procedimento de estimação baseada na regressão linear da mais acurada na menos acurada predição genética. A predição genética mais acurada é obtida utilizando todo o conjunto de dados e a menos acurada obtida de uma amostra aleatória de 50% dos dados. O valor esperado para o coeficiente de regressão é igual a um (1). Um coeficiente de regressão maior ou menor que um (1) indica presença de viés (Reverter et al., 1994a). Quando a regressão (R) for maior que um, a herdabilidade é considerada superestimada e quando for menor que um, a herdabilidade se apresenta subestimada. O coeficiente de regressão do método

\mathfrak{R} pode ser iteragido até $R = 1$, dentro de um pré-determinado critério de convergência. A estatística de regressão (R) usada é a seguinte:

$$R = \frac{\hat{\mu}'_w A^{-1} \hat{\mu}_p}{\hat{\mu}'_p A^{-1} \hat{\mu}_p}$$

em que, $\hat{\mu}_w$ = predições mais acuradas para o conjunto de dados completo; $\hat{\mu}_p$ = predições menos acuradas para uma sub-amostra aleatória de 50 % dos dados; A^{-1} = inversa da matriz de parentesco e R = coeficiente de regressão.

O erro-padrão das estimativas de herdabilidade (\overline{h}_{EP}^2) foi obtido pela seguinte fórmula: $\overline{h}_{EP}^2 = s/\sqrt{N}$, em que s é o desvio-padrão das estimativas de herdabilidade e N é o número de subamostras. O intervalo de confiança foi computado para todas as estimativas de herdabilidade realizadas pelo método \mathfrak{R} , adotando-se intervalo de confiança a 95%.

O software "dscat", presente no pacote ABTK 2.0 (Golden et al., 1992), foi utilizado para a estimação dos componentes de (co)variância.

Foram retiradas 88, 106 e 150 subamostras aleatórias de 50% dos dados, para RN, RP e RA, respectivamente. Este número foi suficiente para obtenção de estimativas médias de herdabilidades com baixos erros-padrão. O critério de convergência utilizado foi de 10^{-6} .

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas médias de herdabilidades, erros-padrão, medianas, modas e intervalos de confiança a 95% para as diferentes definições da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. As estimativas de média, moda e mediana foram próximas, entretanto, os gráficos da distribuição das estimativas de herdabilidade apresentados na Figura 1 mostram não haver simetria. Outra medida que permite inferir sobre as estimativas são os

limites do intervalo de confiança. Pode-se observar que o limite do intervalo de confiança foi maior para a RN e RP em relação a RA.

Tabela 2. Estimativa de herdabilidade média, erros-padrão, mediana, moda e intervalo de confiança a 95% para as diferentes definições da reconcepção

Característica	Média	Erro-padrão	Mediana	Moda	IC 95%
RP	0,05	0,01	0,03	0,01	0,01 a 0,23
RN	0,07	0,01	0,05	0,05	0,02 a 0,24
RA	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00 a 0,05

IC 95% = intervalo de confiança a 95%; RN = reconcepção de fêmeas acasaladas em estação de monta normal, aos 24 meses; RP = reconcepção de fêmeas acasaladas em estação de monta antecipada, aos 16 meses; RA = reconcepção de fêmeas precoces e não precoces

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade com seus respectivos erros-padrão para as diferentes definições da reconcepção foram baixas indicando grande efeito ambiental atuando sobre essa característica, o que dificulta a obtenção de progresso genético por meio de seleção massal. Entretanto, mesmo pequenos aumentos nos índices de reconcepção de novilhas podem contribuir para a eficiência econômica da atividade de cria, dado os baixos índices descritos atualmente no cenário nacional.

A estimativa média de herdabilidade da reconcepção de novilhas sexualmente precoces foi menor em relação as não precoces. Além disso, observou-se que a inclusão das fêmeas sexualmente precoces em análise conjunta com as fêmeas que emprenharam na estação de monta tradicional, contribuiu para que a estimativa média de herdabilidade diminuísse. Assim, estes resultados podem ser devidos ao número reduzido de fêmeas sexualmente precoces analisados.

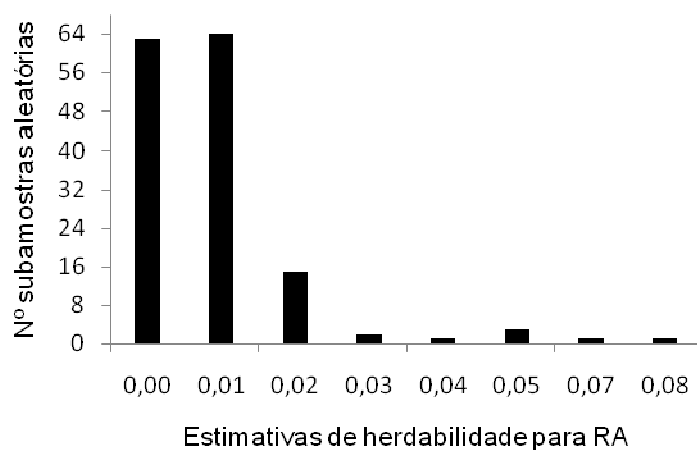
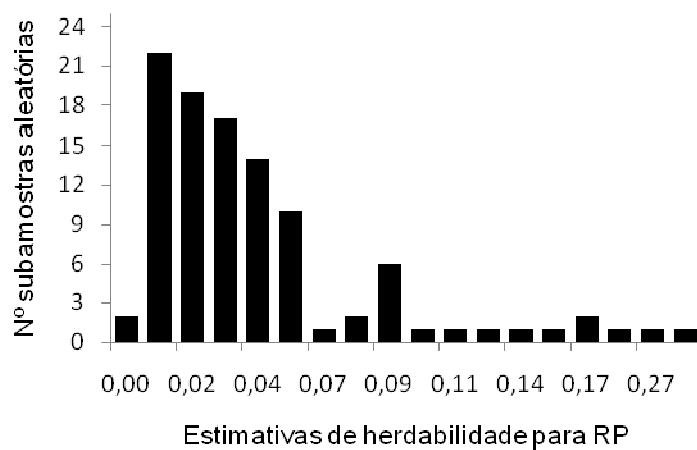
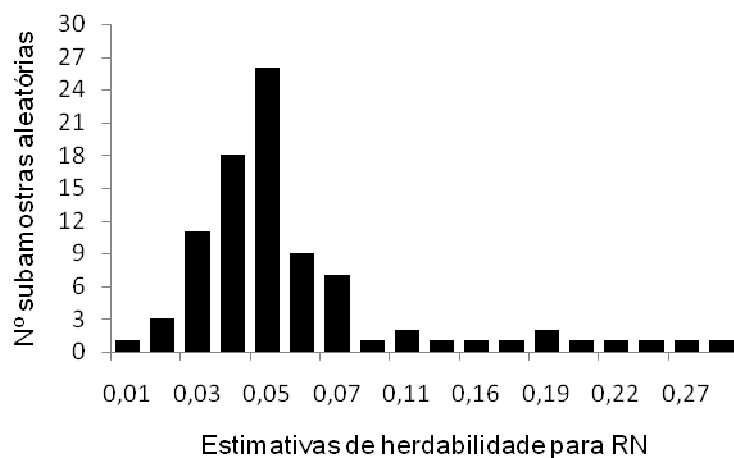


Figura 1 - Frequência das estimativas de herdabilidade para reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore.

Os coeficientes de herdabilidade para a reconcepção obtidos neste trabalho foram inferiores ao encontrado por Doyle et al. (2000) para reconcepção de novilhas da raça Angus (0,19), utilizando o Método \mathfrak{R} . Entretanto, estes autores relataram que metade das subamostras produziram estimativas de herdabilidade fora do espaço paramétrico.

Outros trabalhos, utilizando diferentes metodologias da utilizada neste estudo, também reportaram estimativas superiores. Dentre eles, Buddenberg et al. (1989) utilizando modelos lineares obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,00 e 0,18 para a reconcepção de novilhas da raça Hereford e Angus, respectivamente. No Brasil, os valores médios das estimativas de herdabilidade estão próximos ao relatado por Mercadante et al. (2003) de 0,10, mas inferiores ao descrito por Silva et al. (2008) de 0,16, analisando a reconcepção de novilhas Nelore por meio de modelos não lineares.

A menor taxa de reconcepção de novilhas é observada (Tabela 1) quando a primeira concepção das novilhas é realizada próximo aos 24 meses de idade, devido ao intervalo entre o primeiro parto e a entrada na segunda estação de monta. Essa baixa porcentagem de fêmeas reconcebendo está diretamente relacionada ao fato desses animais estarem, concomitantemente, em fase de crescimento, lactação e involução uterina para retomar suas funções reprodutivas normais. Desde modo, a antecipação da primeira estação de monta para os 16 meses de idade é uma alternativa que possibilita maior taxa de reconcepção, uma vez que possibilita a desmama da primeira cria das novilhas antes da entrada na segunda estação de monta, quando comparada à estação de monta tradicional.

Conclusões

As estimativas de herdabilidade obtidas utilizando o Método \mathfrak{R} indicam que a seleção para reconcepção de fêmeas primíparas não leva a ganhos genéticos significativos, a curto prazo. Assim, esta característica não é indicada como critério de seleção de touros em programas de melhoramento animal.

A adoção da exposição das novilhas em estação de monta por volta dos 16 meses de idade é uma alternativa para incrementar as taxas de reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore.

Referências Bibliográficas

BITTENCOURT, T.C.C. **Estimativa de ponderadores econômicos para características de importância econômica em gado de corte, usando equações de lucro.** 2001. 59f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

BRUMATTI, R.C. **Desenvolvimento de um modelo bio-econômico para determinação de ponderadores econômicos utilizados em índices de seleção em gado de corte.** 2002. 113f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

BUDDENBERG, B.J.; BROWN, C.J.; JOHNSON, Z.B.; DUNN, J.E. E PETERSON, H.P. Heritability of pregnancy rate in beef cows under mating. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2589-2594, 1989.

CULBERTSON, M.S.; MABRY, J.W.; MISZTAL, I.; GENGLER, N.; BERTRAND, J.K. e VARONA, L. Estimation of dominance variance in purebred Yorkshire swine. **Journal of Animal Science**, n.76, p.448-451, 1998.

DOYLE, S.P.; GOLDEN, B.L.; GREEN, R.D. E BRINKS, J.S. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal Animal Science**, v.78, p.2091- 2098, 2000.

DRUET, T.; MISZTAL, I.; DUANGJINDA, M. et al. Estimation of genetic covariances with Method \mathfrak{R} . **Journal of Animal Science**, v.79, p.605-615, 2001.

FERRAZ, S.B.S. e ELER, J.P. Seleção de *Bos indicus* para precocidade sexual. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.31, p.167-171, 2007.

FORMIGONI, I.B.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, J.A. II V.; ELER, J.P.; BRUMATTI, R.C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, supl. 2, p.220-226, 2005.

GOLDEN, B.L.; SNELLING, W.M.; MALLINCKRODT, C.H. **Animal breeder's toolkit: User's guide and reference manual**. Colo. State Univ. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. LTB92-2. 1992.

MACNEIL, M.D.; NEWMAN, S.; ENNS, R.M. et al. Relative economic values for Canadian beef production using specialized sire and dam lines. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, p.411-417, 1994.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G. E FIGUEIREDO, L.A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.376-384, 2003.

MISZTAL, I. Estimation of variance components with largescale dominance models. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 965-974, 1997.

NEWMAN, S.; MORRIS, C.A.; BAKER, R.L. e NICOLL, G.B. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. **Livestock Science**, v.32, p.111-130, 1992.

PHOCAS, F.; BLOCH, C.; CHAPELLE, P. Developing a breeding objective for a French purebred beef cattle selection programme. **Livestock Science**, v.57, p.49-65, 1998.

REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. e BRINKS, J.S. Method of variance components procedure: application on the simple breeding value model. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2247-53, 1994b.

REVERTER, A.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. e BRINKS, J.S. Technical note: detection of bias in genetic predictions. **Journal of Animal Science**, v.72, p.34-37, 1994a.

SILVA, J. A. V., M. H. VAN MELIS E J. P. ELER, J. B. S. FERRAZ E H. N. OLIVEIRA. Heritability for subsequent rebreeding in Nelore cows estimated with bayesian inference. **In: WCGALP**, 7, Montpellier, França. 2002.

SILVA, J.A.V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1568-1572, 2005.

SILVA, J.A.V.; VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P. E FERRAZ, J.B.S. Estimação de Parâmetros Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1141-1146, 2003.

CAPÍTULO 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bovinocultura de corte brasileira, o período compreendido entre o primeiro e o segundo parto caracteriza-se por drástica diminuição nas taxas de prenhez, comprometendo assim a eficiência econômica da atividade, dado os valores econômicos atribuídos às características reprodutivas. Para selecionar animais com maiores taxas de reconcepção é necessário o conhecimento das estimativas de parâmetros genéticos confiáveis, assim, é imprescindível buscar um método estatístico adequado e que melhor descreva o comportamento biológico da característica em estudo. Neste contexto, vários procedimentos de estimação dos componentes de variância já foram propostos para aplicação no melhoramento animal. Nos capítulos anteriores a reconcepção de novilhas foi avaliada utilizando diferentes abordagens e aplicando distintos métodos estatísticos.

A característica de reconcepção de novilhas é expressa tardiamente e em apenas um dos sexos, ela não é indicada como critério de seleção exclusivo. Entretanto, o fato de tratar-se de característica de grande impacto econômico e obtida automaticamente em rebanhos em que há escrituração zootécnica, é possível incluí-la em avaliações genéticas e assim, utilizá-la para compor índices econômicos de seleção, contribuindo para o aumento da fertilidade dos rebanhos. Uma alternativa para aumentar as taxas de reconcepção de fêmeas primíparas é a antecipação da primeira estação de monta para ao redor dos 16 meses ao invés de aos 25 meses de idade. Esse sistema utilizado permite que as novilhas entrem na segunda estação de monta em melhores condições nutricionais em virtude do maior tempo entre o primeiro parto e a segunda estação de monta, promovendo a incorporação das novilhas sexualmente precoces no rebanho.

A aplicação da inferência Bayesiana em análises genéticas permite a obtenção de densidades posteriores das variáveis estudadas e pode ser utilizada tanto em pequenos como em grandes conjuntos de dados, não sendo necessário o conhecimento da distribuição inicial do parâmetro que se deseja estimar. No

Brasil, o método da Amostragem de Gibbs, que permite uma inferência bayesiana, tem sido aplicado com êxito em diversos estudos envolvendo dados de campo de bovinos da raça Nelore. Neste trabalho, a análise empregando a inferência Bayesiana no estudo da reconcepção de novilhas sexualmente precoces apresentou dificuldades na sua convergência. Esse fato está normalmente associado a modelos de limiar com muitos níveis de efeitos fixos e/ou quando existe grande variabilidade entre os efeitos.

As principais vantagens da aplicação do Método \Re descritas na literatura são a maior velocidade no processamento e menor demanda de memória nos computadores, uma vez que o algoritmo requer apenas os valores genéticos preditos, os quais podem ser obtidos por método iterativo, não exigindo a decomposição do sistema de equações, sua inversa ou derivadas.

A utilização da análise de sobrevivência no estudo da reconcepção de novilhas pode ter contribuído no aumento da precisão da avaliação genética, uma vez que os valores zero e um são desdobrados e as diferenças, em dias, são levadas em consideração. Este método parece ter sido capaz de identificar maior variabilidade genética da característica, quando comparadas às outras metodologias utilizadas neste estudo. Além disso, a aplicação de modelo linear censurado é viável devido a existência de softwares disponíveis, permitindo a utilização de grandes conjuntos de dados e diferentes modelos